

COMMITTENTE_____ [	COMUNE DI PRATO]
NOME PROGETTO_____ [	SENSING THE WAVES]
ASSESSORE AI LAVORI PUBBLICI_____ [	ENRICO GIARDI]
SETTORE EDILIZIA PUBBLICA_____ [	SERVIZIO LAVORI PUBBLICI]
DIRIGENTE DI SETTORE_____ [	ING. PAOLO BARTALINI]
DIRIGENTE DEL SERVIZIO E R.U.P._____ [	ING. PAOLO BARTALINI]
CODICE FISCALE_____ [	84006890481]
PROGETTO_____ [	AMPLIAMENTO C. PER L'ARTE CONTEMPORANEA - L. PECCI]
LUOGO_____ [	VIALE DELLA REPUBBLICA, PRATO]
OGGETTO_____ [	RELAZIONE GEOTECNICA SUI TERRENI DI FONDAZIONE]
FILE_____ [	BV-G-110]
PROGETTISTA_____ [	NIO architecten/SCHIEDAMSE VEST 95A/3012 BG ROTTERDAM]
OPERE ARCHITETTONICHE	<small>tel. +31 10 412 23 18 / fax +31 10 412 60 75 / nio@nio.nl</small>
PROGETTISTA_____ [	ACS ingegneri / ing. Iacopo Ceramelli/Via Catani 28c / 59100 PRATO]
OPERE STRUTTURALI	<small>tel. +39 0574 527864/fax. +39 0574 568066 / acs@acsingegneri.it</small>
PROGETTISTA_____ [	ing. Dante Di Carlo/Viale della Repubblica 272 / 59100 PRATO]
IMPIANTI MECCANICI	<small>tel./fax +39 0574 580221 / dicarlo24@tin.it</small>
PROGETTISTA_____ [	CMA S.r.l. / Ing. Maurizio Mazzanti / Viale A. Gramsci n.24 / 50132 FIRENZE]
IMPIANTI ELETTRICI	<small>tel. +39 055 2635500 / fax +39 055 2635510 / tecnico@cmengineering.it</small>
COORDINATORE_____ [	Arch. Paola Falaschi]
SICUREZZA	<small>tel. +39 0574 575024 / fax. +39 0574 575431 / bri.ta@libero.it</small>
ILLUMINOTECNICA_____ [	Kino Workshop srl / Via Foca n.6 / 74100 Taranto]
ACUSTICA_____ [	Ing. Pietro Danesi]
IMPIANTI ANITINCENDIO_____ [	ing. Dante Di Carlo/Viale della Repubblica 272 / 59100 PRATO]
GEOLOGO_____ [	geol. Deborah Bresci]
	<small>tel. +39 0573 986119 / fax +39 0573 32288 / dhbresci@libero.it</small>

SOMMARIO

1. PREMESSA	Pag. 1
2. INDAGINI GEOGNOSTICHE	Pag. 1
2.1 Sondaggio a carotaggio continuo	Pag. 1
2.1.1 Prove penetrometriche S.P.T.	Pag. 2
<u>2.1.1.1 Elaborazione dei dati</u>	Pag. 3
<u>2.1.1.2 Densità Relativa (DR)</u>	Pag. 4
<u>2.1.1.3 Angolo di attrito efficace Φ'</u>	Pag. 5
<u>2.1.1.4 Modulo Edometrico</u>	Pag. 6
<u>2.1.1.5 Resistenza al taglio non drenata</u> <u>per terreni a grana fine</u>	Pag. 8
2.2 Prova penetrometrica statica (C.P.T.)	Pag. 8
2.3 Prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.)	Pag. 8
2.4 Indagine geofisica in foro (DOWN-HOLE)	Pag. 9
2.5 Analisi geotecniche di laboratorio	Pag. 10
2.6 Misure piezometriche	Pag. 11
3. SITUAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	Pag. 12
4. COEFFICIENTE DI REAZIONE O DI WINKLER	Pag. 13
5. CONSIDERAZIONI SISMICHE	Pag. 15

ALLEGATI

ALLEGATO 1: PROVA GEOFISICA IN FORO MEDIANTE DOWN-HOLE **ALLEGATO 2: CERTIFICATI ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

ELENCO FIGURE

- Fig.1 – Corografia con ubicazione delle indagini
Fig.2 – Sezione geotecnica

ELENCO TABELLE

- Tab.1: Caratteristiche dei campioni prelevati.
Tab.2: Risultati delle prove S.P.T.
Tab.3: Normalizzazione delle prove S.P.T.
Tab.4: Elaborazione della densità relativa dalle prove S.P.T.
Tab.5: Valori dell'angolo di attrito interno Φ' elaborati dalle prove S.P.T.
Tab.6: Valori del modulo edometrico elaborati dalle prove S.P.T.
Tab.7: Velocità delle onde di taglio SH caratteristiche di ogni livello evidenziato alla prova e relativa attribuzione litologica.
Tab.8: Risultati delle prove di laboratorio.
Tab.9: Misure piezometriche.

Ns. Rif 04gt08-b

1. PREMESSA

A completamento dell'incarico conferitomi dal Comune di Prato riguardante lo studio geologico-tecnico per la Fase Esecutiva del Progetto di Ampliamento del Centro per l'Arte Contemporanea "Luigi Pecci", ubicato in Viale della Repubblica a Prato, si produce il presente documento che rappresenta la *Relazione geotecnica sui terreni di fondazione* con interpretazione dei dati derivati dalla specifica campagna geognostica eseguita, sul lotto in oggetto, nel periodo febbraio-aprile 2008.

Il presente lavoro riporta, sinteticamente, per ogni indagine eseguita i risultati ottenuti e le correlazioni utilizzate per ricavare i parametri geotecnici di interesse.

Si ricorda che, per quanto riguarda la parte geologica, idrogeologica, idraulica e per quanto altro non direttamente inserito nel presente documento si rimanda alla *Relazione geologica e tecnica sulle indagini*.

2. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Tra il febbraio 2008 e l'aprile 2008 è stata eseguita, all'interno del lotto in oggetto, la campagna geognostica consistita in:

1. esecuzione di 3 sondaggi a carotaggio continuo (22 febbraio – 4 marzo) spinti alla profondità massima di 30 m da p.c. attuale con prelievo di n° 3 campioni indisturbati ed 1 disturbato;
2. esecuzione di 14 prove S.P.T. (Standard Penetration Test) in corrispondenza degli orizzonti clastici;
3. esecuzione di 1 prova penetrometrica statica (CPT) spinta fino alla profondità di 4.40 m dal p.c. (27 febbraio);
4. esecuzione di 5 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) spinte fino alla profondità massima di 15.0 m dal p.c., completate dove possibile con l'installazione di tubi piezometrici (27 febbraio);
5. indagine geofisica in foro (down-hole) con onde P ed SH (31 marzo);
6. analisi geotecniche di laboratorio su tre dei quattro prelevati nei fori di sondaggio (10 marzo – 10 aprile);
7. ripetute misurazioni dei livelli idrici sotterranei eseguite con l'ausilio dei tubi piezometrici installati.

L'esatta ubicazione delle prove è riportata nella planimetria di *figura 1 (Fig.1 – Corografia con ubicazione delle indagini)*. Le certificazioni relative ai punti 1, 2, 3 e 4 sono già state presentate nella relazione geologica, negli Allegati 3 e 4, mentre in calce al presente documento vengono inserite le certificazioni relative ai punti 5 e 6.

2.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Le perforazioni, in numero di 3 denominate S1, S2 e S3, sono state eseguite da tecnici della società "TECNA s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C." di Arezzo, con l'ausilio di una sonda Puntel SX600-2 su trattore Same. Dai sondaggi sono stati prelevati 4 campioni (3 indisturbati ed 1 disturbato) da assoggettare ad analisi di laboratorio. Nella tabella sottostante sono indicate le profondità di prelievo. Le stratigrafie con le relative fotografie delle carote estratte, sono presenti in Allegato 2 della Relazione geologica e tecnica sulle indagini.

Sondaggio	Profondità sondaggio (m dal p.c.)	N° campione	Profondità prelievo (m dal p.c.)	Litologia
S1	5.00	-	-	-
S2	31.45	S2C1	3.00-3.50	Limo con argilla sabbioso
		S2C2	9.50-10.00	Limo con argilla sabbioso
		S2C3	28.80-29.30	Limo con argilla sabbioso
S3	16.50	S3C1	3.00-3.60	Limo con argilla sabbioso

Tabella 1 – Caratteristiche dei campioni prelevati.

2.1.1 Prove penetrometriche S.P.T. (Standard Penetration Test)

Nel corso dei sondaggi, in corrispondenza degli orizzonti più incoerenti con diversa percentuale di matrice argillosa, sono state eseguite in avanzamento 14 prove penetrometriche dinamiche S.P.T. a punta chiusa per verificare il grado di resistenza dei terreni incontrati. Le prove sono state eseguite rispettando le norme definite nei documenti "ASTM designation D1586/67 e 84 " con procedura di riferimento ISSMFE.

Le prove penetrometriche hanno fornito i risultati riportati in tabella 2.

Sondaggio	Nome della prova	Numero di colpi	NSPT (n°colpi/30cm)	Litologia
S1	SPT1	19-21-21	42	Ghiaia in abbondante matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti fino a 5 cm
S2	SPT1	6-10-8	18	Ghiaia in abbondante matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti fino a 5 cm
	SPT2	24-28-21	49	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT3	20-18-18	36	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT4	7-12-15	27	Limo con argilla sabbioso con rari clasti

	SPT5	10-5-12	17	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT6	16-24-21	45	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT7	17-15-21	36	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT8	15-19-20	39	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT9	15-14-29	43	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
S3	SPT1	15-16-16	32	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti fino a 5 cm
	SPT2	9-14-15	29	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti fino a 5 cm
	SPT3	17-24-36	60	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti maggiori di 5 cm
	SPT4	9-10-15	25	Ghiaia in matrice limoso argilloso sabbiosa con clasti fino a 5 cm

Tabella 2 - Risultati delle prove S.P.T.

2.1.1.1 Elaborazione dei dati

I risultati delle prove S.P.T. sono stati elaborati e correlati empiricamente con i parametri geotecnici del terreno. I risultati delle prove geotecniche di laboratorio hanno fornito dati aggiuntivi per una migliore parametrizzazione meccanica dei terreni stessi.

Sono state utilizzate correlazioni riferite a terreni incoerenti per la Densità Relativa (DR), l'Angolo di attrito (ϕ) ed il Modulo Edometrico (Ed).

I valori di N_{SPT} sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione litostatica efficace $\sigma'_0=0,1$ MPa, utilizzando la seguente formula suggerita da Jamiolkowski (1985)

$$N_n = C_n \cdot N_{SPT}$$

dove

N_{SPT} = numero di colpi

N_n = numero di colpi normalizzato

$$C_n = 1/(\sigma'_0)^{0,56}$$

I risultati sono esposti nella tabella 3.

Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	NSPT (n° colpi/30 cm)	Nn (n° colpi normalizzato a 0,1 MPa)
S1	2.90	42	57
S2	3.50	18	22
	7.50	49	39
	11.50	36	23
	19.80	17	9
	23.70	45	22
	26.00	36	17
	28.50	39	18
	31.00	43	19
S3	4.50	32	34
	7.80	29	23
	10.50	60	40
	15.00	25	14

Tabella 3 - Normalizzazione delle prove S.P.T.

2.1.1.2 Densità Relativa (DR)

Per la correlazione fra N_{SPT} e la densità relativa DR è stato utilizzato il grafico di Gibbs & Holtz (1957). Tale correlazione è utilizzata per sabbie quarzose normalconsolidate, non cementate e moderatamente compressibili. In letteratura si riporta che per valori di $DR < 70\%$ la densità ricavata dal grafico risulta tendenzialmente più alta del valore reale, mentre per bassi valori della pressione efficace ($\sigma'_0 < 5$ kPa) la densità ricavata risulta tendenzialmente troppo alta.

I valori ottenuti sono stati confrontati con quelli derivanti dal metodo di Meyerhof (1957), secondo il quale:

$$DR = 21 \cdot [N_{SPT} / (\sigma'_0 + 0,7)]^{0,5} \quad \text{con } \sigma'_0 \text{ espresso in kg/cm}^2.$$

I risultati sono riportati in tabella 4.

Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	Gibbs & Holtz (1957) (%)	Meyerhof (1957) (%)
S1	2.90	>100	>100
S2	3.50	71	75
	7.50	91	99
	11.50	72	73
	19.80	48	44
	23.70	71	69
	26.00	64	60
	28.50	65	60
S3	31.00	67	62
	4.50	88	94
	7.80	75	75
	10.50	89	97
	15.00	60	57

Tabella 4 – Elaborazione della densità relativa dalle prove S.P.T.

2.1.1.3 Angolo di attrito efficace ϕ'

Indicazioni sul valore dell'angolo di attrito, funzione della densità relativa del deposito e della litologia, possono essere ottenute utilizzando il grafico di Schmertmann (1978), anche se questo tiene conto di correlazioni con approssimazioni dovute al doppio passaggio N_{SPT} -DR e DR- ϕ' .

Per tale motivo è preferibile utilizzare correlazioni dirette N_{SPT} - ϕ' .

A tale proposito è stato utilizzato il grafico di De Mello (1971) che propone una correlazione fra angolo di resistenza al taglio (ϕ'), numero di colpi (N_{SPT}) e valore della tensione verticale efficace presente in sito (σ'_0), nata dallo studio dell'analisi statistica dei dati di laboratorio di Gibbs & Holtz (1957). Tale correlazione è utilizzata, come per quella dei due autori per la stima della densità relativa, per sabbie quarzose normalconsolidate, non cementate e moderatamente compressibili. I limiti della correlazione proposta ricadono per angoli di attrito $>38^\circ$ la cui stima è superiore al valore reale, e per bassi valori dello sforzo verticale efficace ($\sigma'_0 < 10$ kPa) per cui l'angolo di attrito risulta sopravvalutato.

I risultati ottenuti sono stati, infine, confrontati con quanto ottenuto dalla correlazione grafica di Schmertmann (1975) la cui equazione può essere scritta nella seguente forma:

$$\phi' = \tan^{-1}\{N_{SPT}/[12,2+20,3(\sigma'_0/p_a)]\}^{0,34}$$

con σ'_0 espresso in kg/cm^2 e p_a pari a 1 kg/cm^2 .

In tabella 5 vengono mostrati i valori ottenuti. Per la correlazione di Schmertmann (1978) è stata utilizzata l'equazione numero 4 per "Ghiaietto uniforme – Sabbie e ghiaie poco limose", ad esclusione dei valori contrassegnati con il simbolo "*" per i quali l'equazione di riferimento è la numero 1 per "Sabbia fine uniforme".

Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	Schmertmann (1978) ϕ'	De Mello (1971) ϕ'	Schmertmann (1975) ϕ'
S1	2.90	46°	49°	50°
S2	3.50	44°	42°	41°
	7.50	45°	47°	46°
	11.50	44°	41°	40°
	19.80	35°*	32°	31°
	23.70	38°*	39°	39°
	26.00	37°*	36°	36°
	28.50	37°*	37°	37°
S3	31.00	37°*	37°	37°
	4.50	45°	46°	45°
	7.80	44°	41°	41°
	10.50	45°	47°	46°
	15.00	36°*	36°	36°

Tabella 5 – Valori dell'angolo di attrito interno ϕ' elaborati dalle prove S.P.T.

2.1.1.4 Modulo Edometrico

Per valutare la compressibilità dei terreni è stata usata la correlazione di Shultze & Menzebach che prende a riferimento i risultati ottenuti dalla prova penetrometrica dinamica correlandoli al Modulo Edometrico (Ed) secondo la formula:

$$Ed = c_1 + c_2 \cdot N_n \pm SE$$

dove

Ed = Modulo Edometrico (MPa)

N_n = numero colpi normalizzato

SE = deviazione standard

- per sabbie e ghiaie:

$$c_1 = 3,80 \text{ MPa}$$

$$c_2 = 1,05 \text{ MPa}$$

$$SE = 2,32 \text{ MPa}$$

In tabella 6 vengono presentati i valori ottenuti.

Sondaggio	Profondità (m dal p.c.)	N° colpi (normalizzato a 0,1 MPa)	Modulo Edometrico (MPa)
S1	2.90	57	63.65±2.32
S2	3.50	22	26.9±2.32
	7.50	39	44.75±2.32
	11.50	23	27.95±2.32
	19.80	9	13.25±2.32
	23,70	22	26.9±2.32
	26.00	17	21.65±2.32
	28.50	18	22.7±2.32
S3	31.00	19	23.75±2.32
	4.50	34	39.5±2.32
	7.80	23	27.95±2.32
	10.50	40	45.8±2.32
15.00	14	18.5±2.32	

Tabella 6 – Valori del modulo edometrico elaborati dalle prove S.P.T.

2.1.1.5 Resistenza al taglio non drenata per terreni a grana fine

I valori della prova penetrometrica N_{SPT} eseguita in terreni a grana fine consentono una valutazione approssimativa del valore di c_u sulla base della correlazione di Stroud (1974):

$$c_u = f_1 \cdot N_{SPT}$$

dove f_1 = coefficiente funzione dell'indice di plasticità con valore medio pari a 4.4 kPa.

Pertanto dalla relazione il test penetrometrico SPT4 eseguito in S2 evidenzia un valore di c_u pari a 118.80 kPa (1.19 kg/cm²) alla profondità di 16.30 m dal p.c.

Tuttavia, le correlazioni fra N_{SPT} e c_u sono in genere caratterizzate da una notevole dispersione dei dati

sperimentali, così come emerge dalla letteratura specifica. Inoltre si ricorda che le relazioni fra N_{SPT} e c_u sono valide solo per argille non sensitive, in quanto l'aumento della sensitività può causare, a parità di c_u , anche forti riduzioni di N_{SPT} .

I dati delle prove S.P.T. in terreni argillosi forniscono indicazioni puramente qualitative sulla consistenza dei terreni incontrati. Non si ritiene, pertanto, opportuno utilizzare tali dati per ricavare direttamente valori di c_u .

In considerazione di quanto esposto il valore della c_u calcolato non può essere considerato come caratteristico del terreno incontrato a quella profondità, ma può dare indicazioni del tutto generali che devono essere integrate e migliorate dall'elaborazione delle altre prove geognostiche eseguite e delle analisi geotecniche di laboratorio.

2.2 Prova penetrometrica statica (C.P.T.)

Il 27 febbraio 2008 è stata eseguita 1 prova penetrometrica statica continua (C.P.T.) denominata CPT2 da tecnici della "GEOGNOSTICA FIORENTINA s.r.l." di Firenze, con l'ausilio di un penetrometro statico-dinamico Pagani da 20 ton tipo Gouda. La prova ha raggiunto rifiuto all'infissione delle aste alla profondità di 4.40 m dal p.c. attuale in corrispondenza di un livello ghiaioso.

In considerazione del modesto spessore di terreno indagato con la prova CPT2, i relativi dati emersi non possono essere utilizzati per una parametrizzazione completa della porzione di terreno esaminata. Per tale motivo la caratterizzazione geotecnica dei terreni sarà elaborata sulla base dei risultati ottenuti dalle altre prove geognostiche.

2.3 Prove penetrometriche dinamiche (D.P.S.H.)

Al fine di definire le caratteristiche fisiche e meccaniche dei terreni di fondazione, sempre in data 27 febbraio 2008, i medesimi tecnici della ditta di cui sopra, con l'ausilio dello stesso strumento, hanno eseguito 5 prove penetrometriche dinamiche continue (D.P.S.H.) denominate DIN1, DIN3, DIN4, DIN5 e DIN6, spinte alla profondità di 11.40 m dal p.c. attuale per DIN6, 12.00 m per DIN5, 12.20 m per DIN3 e 15.0 m dal p.c. per DIN1 e DIN4.

Tali prove permettono di riconoscere orizzonti a differenti proprietà meccaniche e di definire, in termini generali, la resistenza delle varie unità litotecniche incontrate.

Le prove DIN3 e DIN5 sono state completate con l'installazione di un tubo piezometrico di lunghezza rispettivamente 9.0 m e 12.0 m, che hanno permesso misurazioni del livello idrico sotterraneo.

Per l'elaborazione dei dati delle prove dinamiche si è fatto riferimento alle correlazioni utilizzate per le prove S.P.T.

2.4 Indagine sismica in foro tipo down-hole

Il 31 marzo 2008 è stata effettuata un'indagine geofisica mediante sismica in foro tipo down-hole da tecnici della società "TECNA s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C." di Arezzo, per lo studio delle velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m di terreni di sottosuolo (cosiddette VS30), così come richiesto dall'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003, ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"), e ss. mm. ii., e dal D.M. 14/09/2005 ("Testo Unico – Norme Tecniche per le Costruzioni"), successivamente modificato dal recente D.M. 14/01/2008 ("Norme tecniche per le costruzioni").

La prova è stata eseguita nel foro di sondaggio S2.

In Allegato 1 è presentata la relazione tecnica corredata dalle dromocrone per le onde compressive P e per quelle di taglio SH.

In estrema sintesi le dromocrone hanno evidenziato la presenza di 5 livelli caratterizzati, oltre che da velocità delle onde, espresse in secondi, anche da orizzonti litologici differenti. Nella tabella 7 vengono riassunte le caratteristiche evidenziate dallo studio delle onde SH.

N° strati	Profondità (m da p.c.)	Velocità onde sismiche VS	Attribuzione litologica
Livello 1	0.0 - 3.0	357 m/s	Terreno di riporto e/o Terreno vegetale
Livello 2	3.0 - 13.0	369 m/s	Ghiaie
Livello 3	13.0 - 17.0	549 m/s	Ghiaie più addensate
Livello 4	17.0 - 19.0	222 m/s	Limi argillosi
Livello 5	19.0 - 30.0	574 m/s	Ghiaie addensate

Tabella 7 – Velocità delle onde di taglio SH caratteristiche di ogni livello evidenziato alla prova e relativa attribuzione litologica.

2.5 Analisi geotecniche di laboratorio

Durante le perforazioni sono stati prelevati 4 campioni di terreno, denominati S2C1, S2C2, S2C3 (disturbato) e S3C1 da assoggettare ad analisi geotecniche di laboratorio ad esclusione del primo.

Le analisi hanno previsto:

- determinazione del contenuto naturale di acqua (secondo norma ASTM D2216) per i campioni S2C2, S2C3 e S3C1;
- determinazione del peso di volume (secondo norma BS 1377 T15/e) per i campioni S2C2, S2C3 e S3C1;
- determinazione del peso specifico dei grani (secondo norma CNR-UNI 10013) per i campioni S2C2,

S2C3 e S3C1;

- analisi granulometrica per setacciatura umida (secondo norma CNR-UNI A. V N. 23) e per sedimentazione (secondo norma AASHTO T 88-72) per i campioni S2C2, S2C3 e S3C1;
- determinazione dei limiti di consistenza (secondo norma CNR-UNI 10014) per i campioni S2C2, S2C3 e S3C1;
- prova di taglio diretto (secondo norma ASTM D 3080) per il campione S2C3;
- prova di compressione triassiale C.I.U. (secondo norma ASTM D 4767) per il campione S2C2;
- prova di compressione triassiale U.U. (secondo norma ASTM D 2850) per il campione S3C1;
- prova edometrica (secondo norma ASTM D 2435) con determinazione della curva di consolidazione e del coefficiente di permeabilità per i campioni S2C2, S2C3 e S3C1.

I risultati delle determinazioni sono presentati in Allegato 2 con i certificati del laboratorio "ELLE TI Laboratorio Terre s.r.l." di Firenze. Di seguito vengono sinteticamente mostrati i risultati delle prove di laboratorio e le interpretazioni conseguenti.

RISULTATI ANALISI DI LABORATORIO					
COMMITTENTE: Comune di Sesto Fiorentino					
CANTIERE: Museo Pecci – Prato					
	Sondaggio Campione Prof. (m)		S2C2 9.5-10.0	S2C3 28.80-29.30	S3C1 3.0-3.60
	Cod. Camp.		08023 01	08023 02	08023 03
APERTURA	Descrizione		LA	LAdebS	LAdebS
PROPRIETA' INDICI	Cont. d'acqua	%	23.3	24.1	14.6
	Peso di volume	kN/m3	19.8	19.9	19.6
	Peso specifico grani	g/cm3	2.72	2.73	2.73
LIMITI DI CONSISTENZA	Limite liquido	%	34	39	40
	Limite plastico	%	22	22	23
	Indice plastico	%	12	17	17
GRANULOMETRIA	Ghiaia	%	0	0	0
	Sabbia	%	9	21	10
	Limo	%	59	49	57
	Argilla	%	32	30	33

PROVA EDOMETRICA	Indice di compressione	adim	0.164	0.164	0.067
	Indice di rigonfiamento		0.030	0.032	0.024
	Pressione preconsolidaz.	kPa	n.d.	n.d.	630
	Coefficiente consolidaz.	cm ² /sec	7.7x10 ⁻⁴	1.29x10 ⁻³	8.8x10 ⁻⁴
	Permeabilità	cm/sec	7.8x10 ⁻⁹	1.5x10 ⁻⁸	1.6x10 ⁻⁹
	Coefficiente consolidaz.	cm ² /sec	1.11x10 ⁻³	1.63x10 ⁻³	1.42x10 ⁻³
	Permeabilità	cm/sec	8.8x10 ⁻⁹	1.4x10 ⁻⁸	2.3x10 ⁻⁹
TAGLIO DIRETTO	c'	kPa	-	2	-
	Φ'	gradi	-	33	-
COMPRESSIONE TRIASSIALE C.U.	c _u	kPa	28	-	-
	Φ	gradi	20	-	-
	c'	kPa	5	-	-
	Φ'	gradi	30	-	-
COMPRESSIONE TRIASSIALE U.U.	c _u	kPa	-	-	374
INDICE DEI VUOTI	e		0.663	0.670	0.568
POROSITÀ	n		0.399	0.401	0.362
GRADO DI SATURAZIONE		%	95.7	98.2	70.3
DENSITÀ SECCA		kN/m ³	16.0	16.0	17.1

Tabella 8 – Risultati delle prove di laboratorio.

2.6 Misure piezometriche

Nei fori di sondaggio S1, S3 e in quelli delle prove penetrometriche DIN3 e DIN5 sono stati inseriti tubi piezometrici le cui caratteristiche sono riportate in tabella 9, al fine di misurare il livello idrico presente nei depositi.

Durante il periodo delle indagini sono state eseguite diverse misure del livello piezometrico. Per quanto riguarda il piezometro DIN5 non è stato possibile effettuare alcuna rilevazione in quanto è stato divelto nei giorni successivi al suo inserimento rendendo pertanto impossibile il suo utilizzo, mentre i punti S1 e DIN3 non hanno raggiunto la quota piezometrica. I risultati ottenuti sono presentati nella tabella seguente.

Piezometro	Fenestrazione piezometro (quota in m slm)	14/03/08 (m slm)	08/04/08 (m slm)	28/04/08 (m slm)	12/05/08 (m slm)
S1 Prof.=5.00 m	Da 47.0 a 43.1	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
S3 Prof.=16.50 m	Da 47.1 a 31.6	36.58	36.60	36.57	36.58
DIN3 Prof.=9.00 m	Da 48.1. a 39.1	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
DIN5 Prof.=12.00 m	Da 48.1 a 36.1	-	-	-	-

Tabella 9 - Misure piezometriche.

3. SITUAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Il modello litostratigrafico presentato nella *Relazione geologica e tecnica sulle indagini* è stato implementato con i risultati delle indagini eseguite, potendo, quindi, suddividere i terreni investigati, in unità geotecniche di uniforme comportamento.

La sezione geotecnica risultante è visibile in *figura 2 (Fig.2 - Sezione geotecnica)*.

Come si vede, la distinzione litologica dei terreni è rimasta invariata rispetto al modello litostratigrafico già presentato; conseguentemente sono state distinte tre unità geotecniche di seguito presentate.

Unità geotecnica A: costituita da limi con argilla sabbiosi con rari inclusi.

I terreni appartenenti a questa unità sono stati caratterizzati direttamente attraverso le analisi di laboratorio eseguite sui campioni.

Conseguentemente a questi terreni possono essere attribuite le seguenti caratteristiche geotecniche:

in condizioni di tensioni totali:

$$c_u = 28 \text{ kPa}$$

$$\Phi = 20^\circ$$

in condizioni di tensioni effettive:

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

$$\Phi' = 30^\circ$$

Dai dati si vede come la frazione clastica influisce in maniera sostanziale sulle resistenze dei terreni in condizioni a lungo termine, come è logico attendersi.

Unità geotecnica B: questi terreni risultano costituiti da ghiaie in abbondante matrice limo argillosa. La caratteristica di queste ghiaie è generalmente la presenza di clasti in dimensioni non superiori ai 5 cm, anche se localmente sono state riscontrate lungo le verticali alcune eccezioni, meglio specificate nella relazione geologica. Questi terreni sono stati caratterizzati utilizzando i dati forniti dalle prove SPT eseguite durante i sondaggi e l'interpretazione delle verticali delle prove penetrometriche dinamiche.

Conseguentemente ai terreni di questa unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici:

in condizioni di pressioni totali:

$$c = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi = 30^\circ - 33^\circ$$

$$Dr = 60-70\%.$$

Unità geotecnica C: è costituita da ghiaie in matrice limo argillosa, localmente anche abbondante, caratterizzate dalla presenza di elementi clastici con dimensioni quasi sempre superiori ai 5 cm.

Questa unità è stata raggiunta unicamente dal sondaggio S2 e per tanto la sua caratterizzazione si basa principalmente sulle interpretazioni delle prove SPT in sondaggio.

Conseguentemente ai terreni di questa unità possono essere assegnati i seguenti parametri geotecnici:

in condizioni di pressioni totali:

$$c = 0 \text{ kPa}$$

$$\phi = 35^\circ - 38^\circ$$

$$Dr = 50\%$$

Rispetto alle ghiaie dell'unità precedente queste presentano un grado di densità inferiore imputabile alla peggior classazione degli elementi costituenti.

4. COEFFICIENTE DI REAZIONE DEL TERRENO O DI WINKLER

Su proposta dei progettisti è stato richiesto di definire il modulo di reazione, per le singole unità geotecniche riscontrate, nelle sue componenti verticale (k_s) ed orizzontale (k_h).

Il modulo di reazione del terreno rappresenta la costante di proporzionalità fra sforzi applicati e cedimenti ottenuti. Conseguentemente non può essere svincolata dalla geometria e dal tipo di fondazioni da realizzare.

Nel caso in oggetto, date alcune peculiarità della struttura da realizzare e la sua vicinanza ad edifici esistenti, i progettisti sono orientati sulla scelta di eseguire fondazioni profonde del tipo a pali.

Senza un'indicazione precisa delle dimensioni dei singoli elementi, in questa sede è stato calcolato il valore di detto parametro per due serie di pali aventi rispettivamente dimensioni di base $B=20$ cm e $B=50$ cm, ammorsati entro l'Unità geotecnica C.

Per il calcolo del modulo di reazione verticale k_s , secondo quanto disponibile in letteratura, per il caso in esame, si è fatto diretto riferimento a quanto presentato da Terzaghi (1955). Questa teoria estrapola il valore di K_s facendo riferimento alle prove di carico su piastra.

I valori ottenuti con questo metodo sono stati poi confrontati con valori indicati, per i tipi di terreni attraversati, da Bowles, ottenendo una discreta corrispondenza.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per le singole unità geotecniche.

Per i terreni coerenti limi argillosi (Unità geotecnica A)

B=20 cm	$K_s = 1-4 \text{ kg/cm}^3$
B=50 cm	$K_s = 0.2-2 \text{ kg/cm}^3$

Per i terreni incoerenti, ghiaie in matrice (Unità geotecniche B e C)

B=20 cm	$K_s = 8-15 \text{ kg/cm}^3$
B=50 cm	$K_s = 3-6 \text{ kg/cm}^3$

Per le ghiaie sottofalda

B=20 cm	$K_s = 4.5-5 \text{ kg/cm}^3$
B=50 cm	$K_s = 1-2 \text{ kg/cm}^3$

Per quanto riguarda il modulo di reazione orizzontale k_h , generalmente si fa riferimento a prove eseguite direttamente su pali di prova, ma in assenza di ciò si fa nuovamente riferimento alle prove di carico su piastra. In questa condizione è necessario sapere lo spessore dei singoli strati attraversati dal palo.

Per il caso in esame sono stati ottenuti i seguenti valori.

Per i terreni coerenti limi argillosi (Unità geotecnica A)

$$K_h = 18-25 \text{ N/cm}^3$$

Per i terreni incoerenti, ghiaie in matrice (unità geotecniche B e C)

$$K_h = \text{fino a } 50 \text{ N/cm}^3$$

Per le ghiaie sottofalda

$$K_h \text{ fino a } 30 \text{ N/cm}^3$$

5. CONSIDERAZIONI SISMICHE

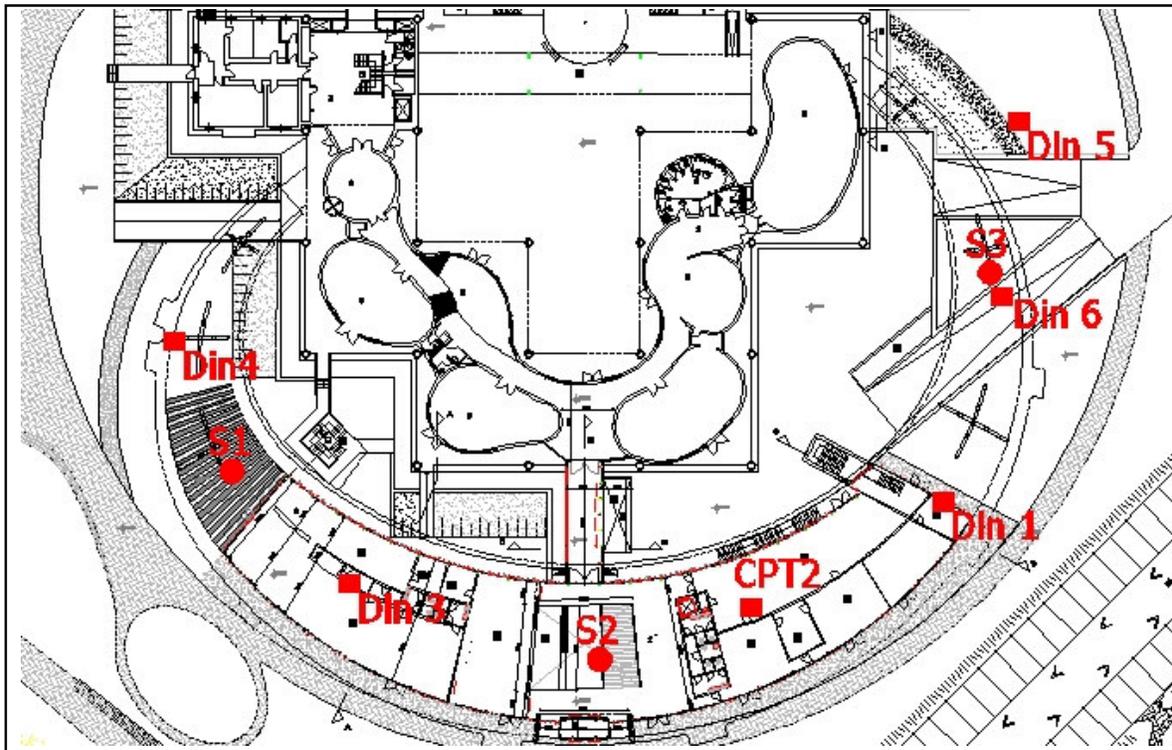
L'O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003, ("Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"), classifica il territorio di Prato come comune sismico.

La deliberazione n. 431 del 19 giugno 2006, (Riclassificazione sismica del territorio regionale: "Attuazione del D.M. 14.9.2005 e O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'11.5.2006") inserisce il territorio comunale di Prato nella classe sismica denominata Zona 3s. In questa zona "le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2".

L'indagine sismica in foro, mediante onde SH, ha fornito i valori di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m, VS_{30} , così come previsto dalla normativa vigente. Sulla base dei valori di velocità ottenuti è possibile definire il valore di VS_{30} media per l'area in oggetto pari a $VS_{30}=375$ m/s che definisce una categoria del suolo di fondazione di **tipo B**: "depositi di sabbie o ghiaie molto addensate, o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità".



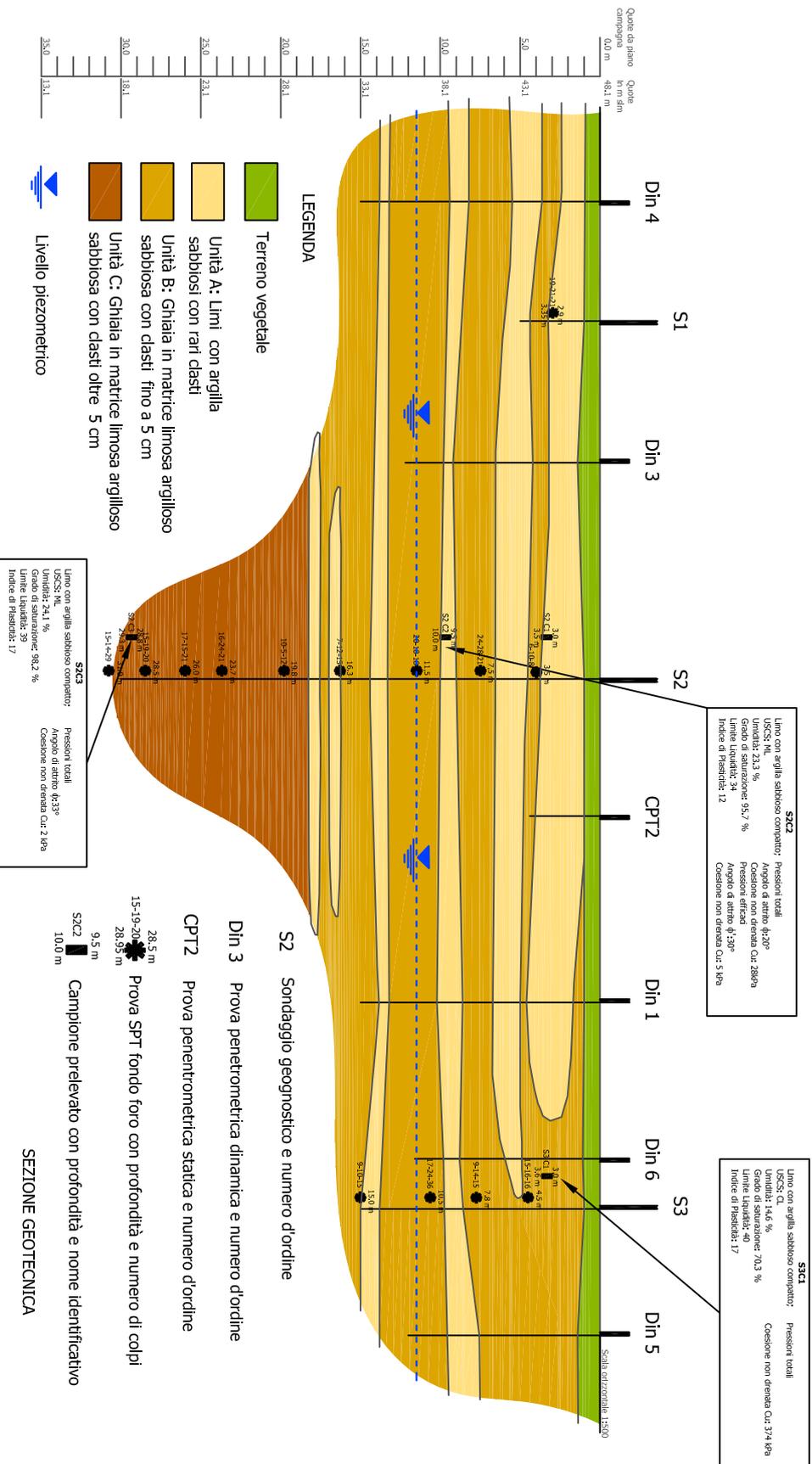
Figura 1: Corografia con ubicazione delle indagini



Disegno non in scala

LEGENDA

- **Din1** Prova penetrometrica dinamica e numero di ordine
- **CPT2** Prova penetrometrica statica e numero di ordine
- **S1** Sondaggio geognostico e numero di ordine
- **S2** Foro di sondaggio in cui è stata eseguita la prova down hole





s.n.c. di Moretti Dr. Giuliano & C.
Via Ser Gorello, 11/a - 52100 AREZZO
tel. 0575 323501 - fax 0575 22730 - Cell.: 335 1020000

E mail: tecnafon@technet.it - tecna@geognostica.it
tecna@micropali.com

Cod. fisc. e P. IVA 01358250510

COMUNE DI PRATO

PROVINCIA DI PRATO

PROGRAMMA VEL-REGIONE TOSCANA

INDAGINI GEOFISICHE IN FORO (DOWN-HOLE) CON ONDE P ED SH PRESSO IL MUSEO PECCI

RELAZIONE GENERALE

RELAZIONE TECNICA

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

LEGENDA

premessa

generalità

sorgenti e strumentazione

*intepretazione dei sismogrammi ed estrapolazione della
dromocrona*

orientazione dei geofoni

correzioni

risultati ottenuti

dromocrone in p ed sh

velocità intervallari

tabelle

sismogrammi per ciascuna profondità in sh

sismogrammi per profondità in p

documentazione fotografica

PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO TIPO DOWNHOLE

PREMESSA

Per incarico del comune di Prato è stata effettuata un'indagine sismica in foro tipo down-hole con onde p ed sh presso il Museo Pecci, l'indagine è avvenuta sotto la direzione e supervisione del Dott. Geol. Bresci Deborah.

PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO TIPO DOW-NHOLE

1. Generalità

La prova downhole consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, una sollecitazione orizzontale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, *P* e *S*, che si propagano all'interno del terreno alle varie profondità in direzione verticale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde *P*), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano orizzontale (onde *SH*). Mediante due ricevitori (*geofoni*) disposti nel terreno, a profondità note, viene valutato l'istante di arrivo del treno di onde *P* e *S*, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente; dividendo quindi per tali valori la distanza (nota) tra sorgente e ricevitori, si può ricavare la velocità delle onde *P* e *S*.

Per le caratteristiche dei fori, delle tubazioni di rivestimento e delle cementazioni si rimanda alla relazione tecnica dell'Impresa esecutrice dei sondaggi e dei Professionisti incaricati dell'assistenza agli stessi.

2. Sorgenti e strumentazione

Come **sorgenti** energizzanti sono stati utilizzati: per le onde *P* una mazza da 10 kg con piattello di battuta; per le onde *SH* un parallelepipedo (traversina) di legno percosso sulle estremità opposte da un a mazza da 10 kg, in grado di generare onde *SH* di notevole contenuto energetico, uniformi sia nella direzione di propagazione sia nella polarizzazione (+ e -) e, di contro, con una generazione di onde *P* trascurabile.

È stato curato in modo particolare l'accoppiamento della traversina con il terreno, in accordo con le disposizioni del Prof. P. Signanini e delle Istruzioni Tecniche aggiornate: in particolare è stato ripotato sopra la massicciata costituita da ghiaietto uno strato di terreno limoso-sabbioso di circa 20 cm, dove è stata posta la trave.

Le sorgenti (onde P ed onde SH) sono state disposte perpendicolarmente ad un raggio uscente dai fori di sondaggio, ad una distanza di circa 3 m (per la misura precisa veder lo schema di acquisizione di ciascun sondaggio).

Il **sistema di ricezione** è costituito da una coppia di geofoni tridimensionali rigidamente collegati tra loro da una barra in p.v.c. (distanza intergeofonica $i = 1.00$ m) dotata di uno smorzatore intermedio in gomma in modo da evitare qualsiasi interazione sismica tra i due sensori. L'accoppiamento del sistema con le pareti del foro è garantito da 4 stantuffi pneumatici comandati dall'esterno, con pressione regolabile fino a 10 atm. Per l'orientazione dei sensori sono state usate due metodologie diverse.

Nel sondaggio si è usata una batteria di aste in p.v.c. calata nel foro assieme al geofono a cui era collegata in maniera solidale .

In adiacenza alla bocca del foro è stato posto un geofono verticale da 4.5 hz per poter calcolare il ritardo nella non chiusura.

Il **sistema di acquisizione** è costituito da un sismografo digitale a 24 canali mod. Ambrogeo Seismic Unit 2002/24, acquisizione dati a 16 bit, cumulabilità degli impulsi a 32 bit, filtri in acquisizione ed in uscita, filtri per eliminare linee di tensione, intervallo di campionamento selezionabile 0,13 msec, durata di registrazione selezionabile da 50 a 1000 msec, funzione inversione di polarità. Il sismografo è collegato ad un computer modello Compaq presario R3000 con HD da 40 Giga.

Tutte le registrazioni (vedi allegati) sono state effettuate con metodo cross-over, ovverosia facendo la differenza tra un ugual numero di battute a destra ed a sinistra (bilanciamento energetico): in tal modo viene esaltato l'istante di primo arrivo delle onde SH, mentre vengono abbattute le eventuali onde P spurie.

In particolare le tracce di ciascuna registrazione si riferiscono (dall'alto verso il basso):

canale n° 1: primo geofono – trasduttore verticale (z)

canale n° 2: primo geofono – trasduttore orizzontale (x)

- canale n° 3: primo geofono-trasduttore orizzontale (y)

canale n° 4: secondo geofono – trasduttore verticale (z)

canale n° 5: secondo geofono – trasduttore orizzontale (x)

canale n° 6: secondo geofono – trasduttore orizzontale (y)

canale n°7:nullo

canale n°8: geofono spia

canale n° 9-10-11-12:nullo

dove per primo si intende quello più vicino alla superficie del terreno e per secondo quello posto 1.00 m più in basso.

INTERPRETAZIONE DEI SISMOGRAMMI ED ESTRAPOLAZIONE DELLA DROMOCRONA

I sismogrammi di campagna sono stati visualizzati direttamente in campagna tramite software Ambrogeo 6.2 della Ambrogeo. I files così ottenuti sono stati trattati tramite Winsim 10.1 e Windowhole della Wgeosoft, dove direttamente si è svolta la sommatoria delle tracce per avere un miglior controllo energetico

Le tracce sono state riallineate metro per metro, così, per ogni profondità si è potuto visualizzare direttamente le 4 tracce registrate (S) in due battute o le due tracce in p.

Quindi, tramite un'analisi visuale delle tracce si è proceduto a scegliere quella con le migliori doti di leggibilità e le altre sono state eliminate.

Si è ricavato quindi un sismogramma con una traccia per metro, e partendo da questo si è effettuato il picking scegliendo la finestra temporale più adeguata per ciascuna registrazione (100ms per le p, 200 ms per le S).

ORIENTAZIONE DEI GEOFONI

Per orientare i geofoni si è cercato, tramite una battuta di prova, di orientare le terne in modo tale che una coppia di geofoni S si presentasse il più possibile perpendicolare al fronte d'onda. L'orientazione delle terne non rimaneva costante ma variava da battuta a battuta.

Le registrazioni con orientazione del geofono perpendicolare al fronte d'onda sono poi quelle che si sono scelte per la ricostruzione della dromocrona

CORREZIONE

Mediante un'applicazione su foglio elettronico Excel (vedi tabulati allegati), i tempi letti sono stati quindi corretti in funzione dello scarto di trigger (in più o in meno rispetto al tempo di trigger medio) ed infine corretti in funzione della geometria del sistema (posizione della sorgente rispetto al foro ed alla profondità di acquisizione) attraverso la formula:

$$t^* = \frac{z}{d} \cdot t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \cdot t$$

dove z è la profondità del ricevitore, d è la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore, R la distanza superficiale tra sorgente e dentro del foro, t il tempo determinato dalle tracce di registrazione e t* il tempo corretto.

DETERMINAZIONE DELLE VELOCITA'

Le velocità dei vari strati sono state quindi determinate con la funzione di regressione lineare relativa a ciascuno degli intervalli rettilinei del diagramma tempi di arrivo-profondità.

In particolare per ogni tratto individuato è stata tracciata una retta di correlazione tramite foglio di lavoro open office.

Le profondità dei punti interpolati (compresi gli estremi) sono indicati nella sottostante tabella.

<i>P</i>	<i>SH</i>
0-3	0-3
3--13	3--13
13--17	13--17
17--19	17--19
19--30	19--30

DOWN-HOLE PRATO – Museo Pecci

Il sondaggio è stato realizzato di fronte al Museo Pecci, la profondità dell'analisi svolta è stata di 30 metri, la distanza della trave dal boccaforo 1.5 mt. Il segnale registrato è risultato essere abbastanza pulito.

RISULTATI OTTENUTI

Le dromocrone hanno mostrato una suddivisioni in livelli (in s) molto netta, il terreno indagato può essere distinto nei seguenti livelli:

<i>profondità</i>	<i>Vs in m/s</i>	<i>profondità</i>	<i>Vp in m/s</i>
0-3	357	0-3	1083
3--13	369	3--13	1190
13--17	549	13--17	1234
17--19	222	17--19	1111
19--30	574	19--30	1388

Il primo livello è rappresentato dai riporti e/o terreno vegetale; oltre tale intervallo si trovano livelli di ghiaie via via sempre più addensati; alla profondità di 17 metri e per uno spessore di 2 metri (fino a 19 metri dal p.c.) è presente un livello limoso-argilloso, caratterizzato dalla diminuzione sia delle Vp che delle Vs.

SUOLI DI FONDAZIONE

A-Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_s superiori a 800 m/sec, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5 metri > 800 m/s

B-Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e di valori di V_s compresi fra 360 m/sec e 800 m/sec Tra 800-360

C-depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensati, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine a centinaia di metri Tra 360-180

D-depositi di terreni granulari sciolti o poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da $V_s < 180$ m/sec < 180 m/s

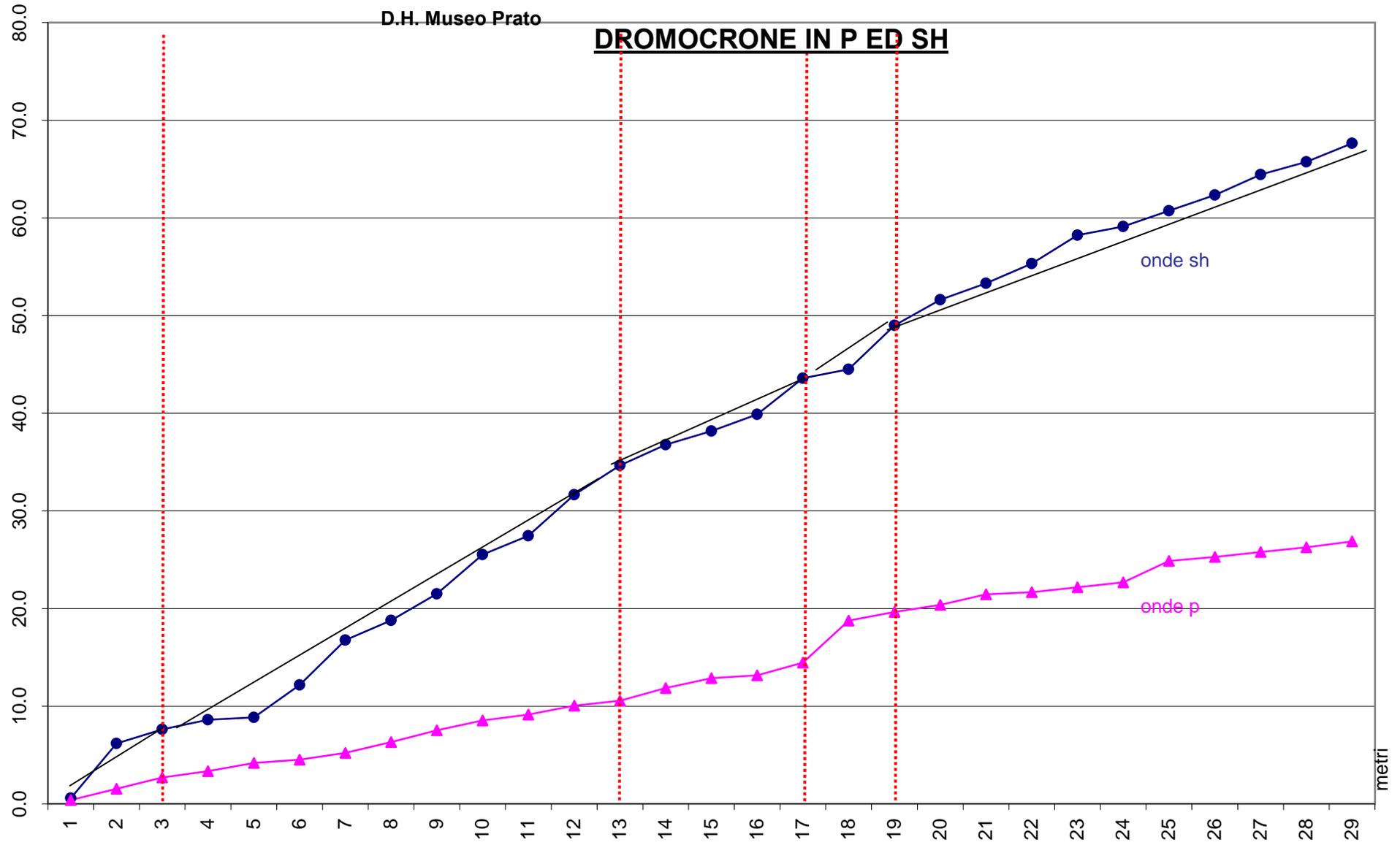
E-Profilo di terreno costituito da strati superficiali alluvionali, con valori di V_s simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso fra 5 e 20 metri, giacenti su un substrato di materiale più rigido con $V_s > 800$ m/sec < 360 m/s

La tipologia di suolo è stata ottenuta effettuando una media delle velocità registrate nelle 30 battute, si è così ottenuto:

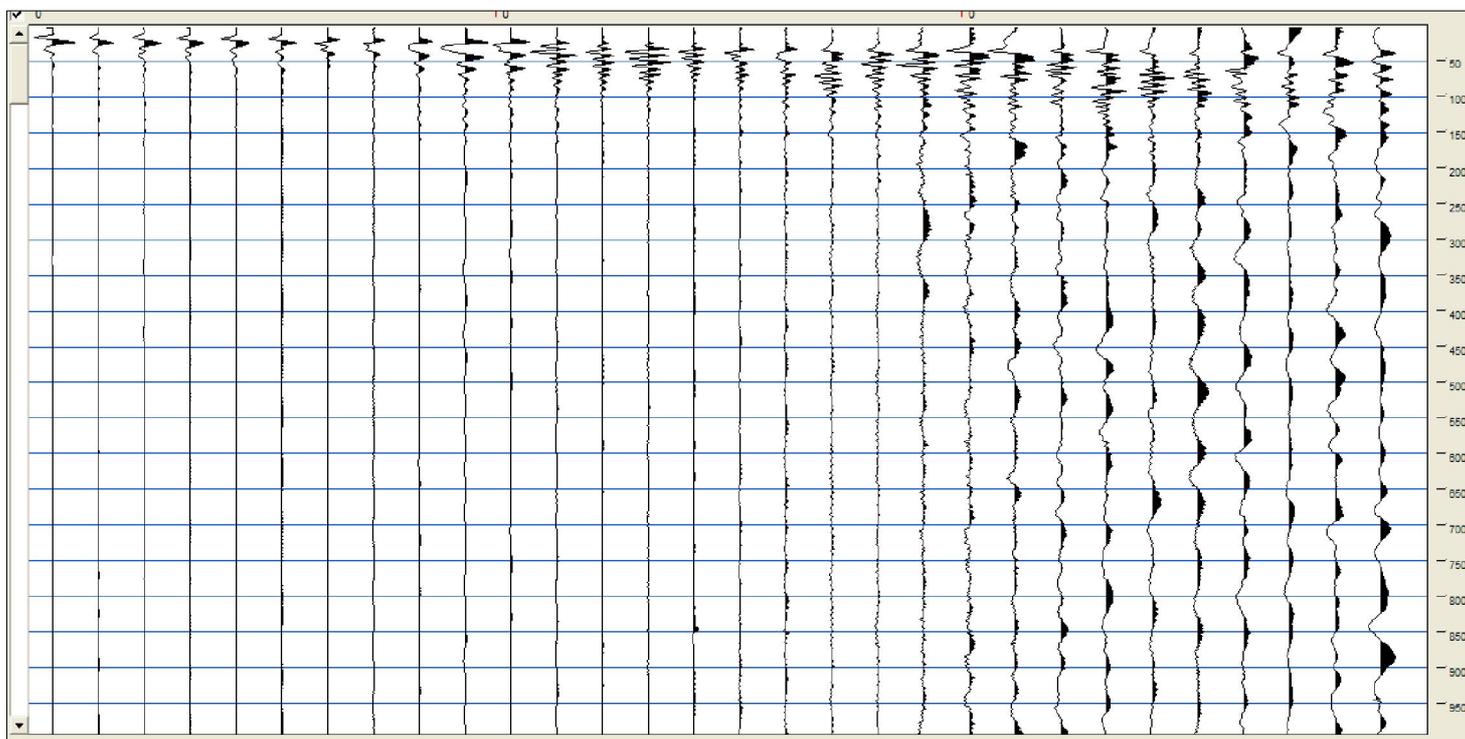
D.H. Museo Pecci = 375 m/sec

Da cui possiamo ricavare che fra le seguenti tipologie di suolo descritte da tale decreto tale suolo può essere caratterizzato come

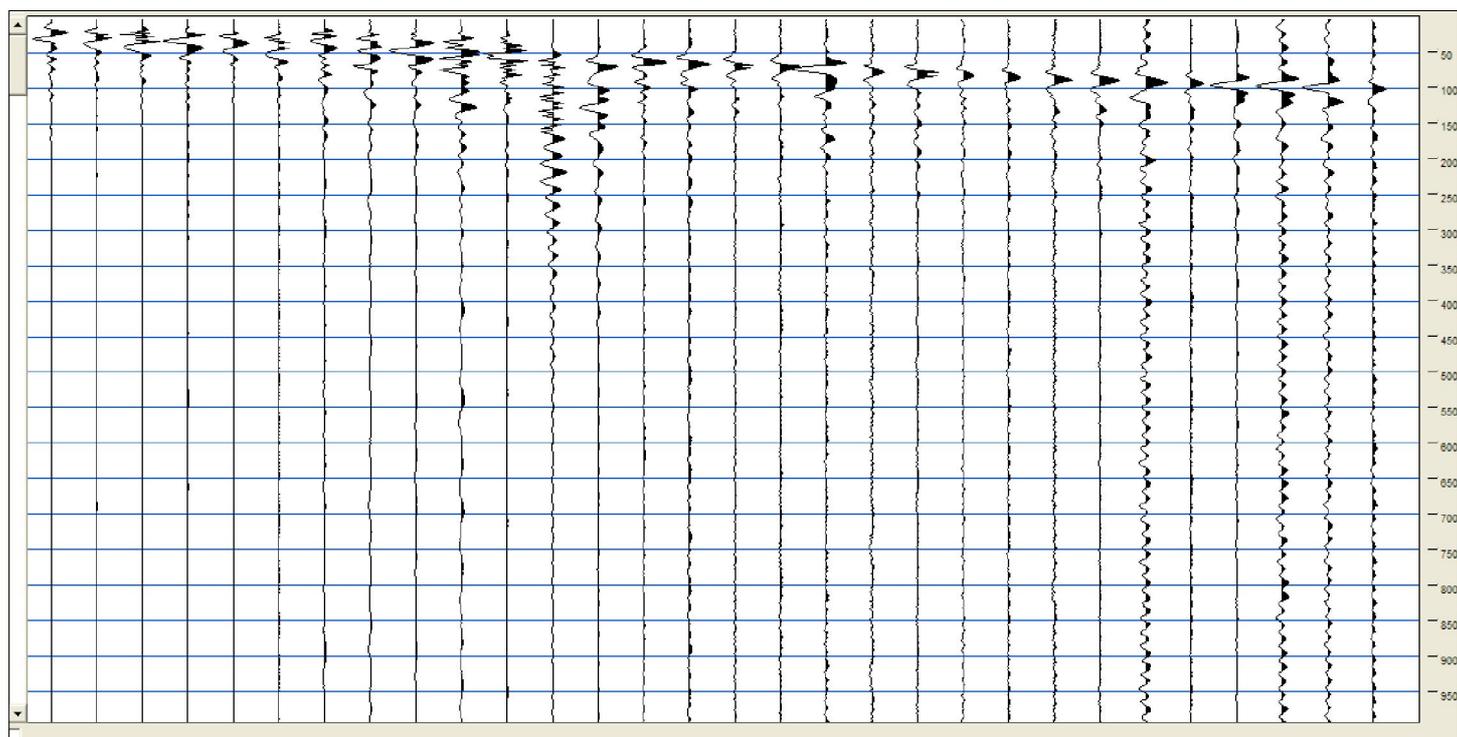
CATEGORIA B

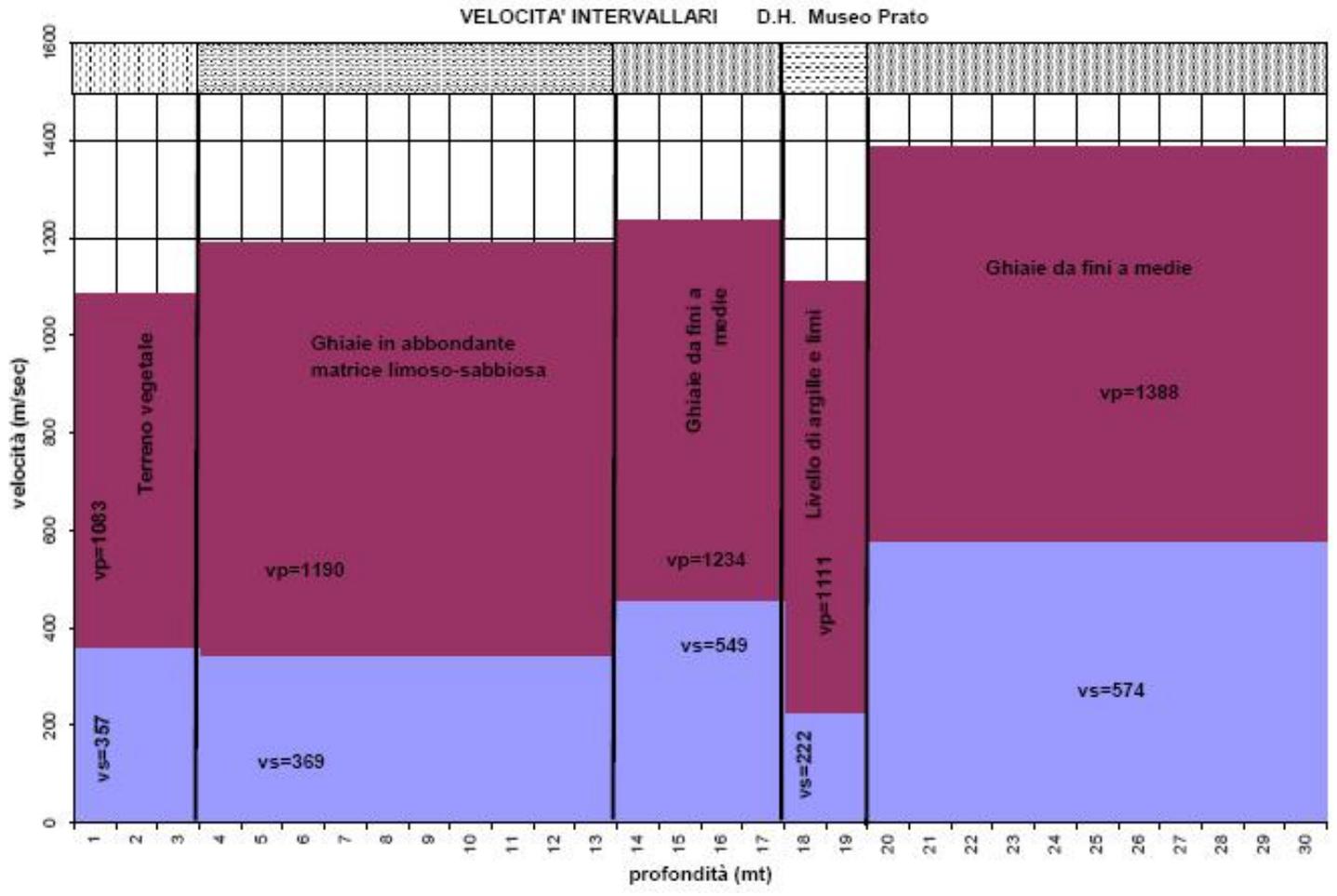
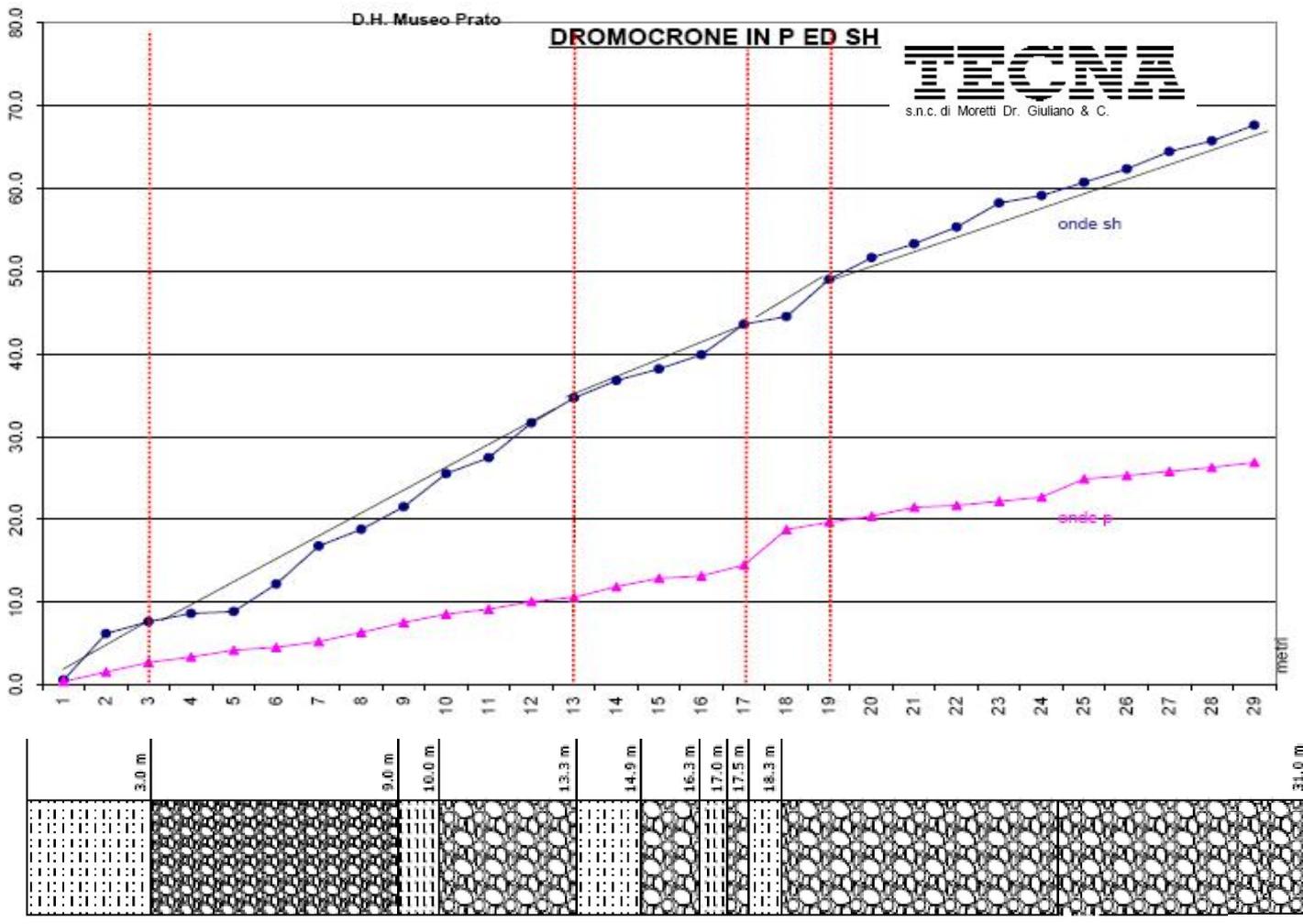


DROMOCRONE onde P



DROMOCRONE onde Sh





DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Down-hole Museo Pecci (Prato)



STRUMENTAZIONE
PER DOWN-HOLE



BATTUTA IN ONDE p



FORO DOWN-HOLE



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci**
 Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

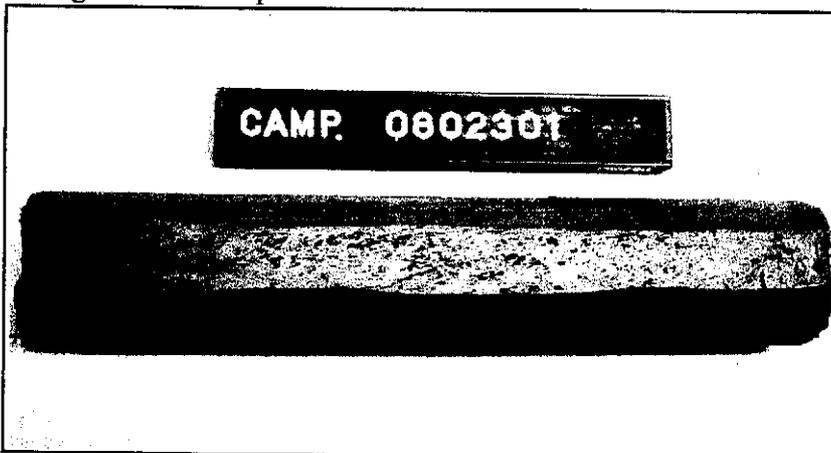
Data di apertura del campione **11/3/08**

Descrizione del campione:

limo argilloso bruno, compatto. Presenza di noduli ossidati di manganese.

Classe di qualità **Q 5**

Fotografia del campione



Prove eseguite: Cert. N°

Cont. acqua w	<input checked="" type="checkbox"/>	0453-08
Peso volume G	<input checked="" type="checkbox"/>	0454-08
Peso spec. Gs	<input checked="" type="checkbox"/>	0455-08
Limiti cons. LC	<input checked="" type="checkbox"/>	0457-08
Granulom. GR	<input checked="" type="checkbox"/>	0456-08
Compress. ELL	<input type="checkbox"/>	*
Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	0458-08
Permeabilità k	<input type="checkbox"/>	*
Triassiale TX	<input checked="" type="checkbox"/>	0459-08
T. diretto TG	<input type="checkbox"/>	*
T. torsionale TT	<input type="checkbox"/>	*

COPIA CONFORME

Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)

		P.P.	V.T.
Alto	TX TX TX ED	220	110
Basso		280	140

P.P. = Pocket penetrometer (kPa)
V.T. = Vane test (kPa)

OSSERVAZIONI:

il Direttore
Dr. Geol. *Alessandro Ligo*

lo Sperimentatore
Dr. *Nicola Campo*

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0453-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/ 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
Contrassegno Sond. **2** Camp. **2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA

(ASTM D2216)

Data di prova: inizio **11/3/08** fine **12/3/08**

Tara	g	458,29
Massa terreno umido + tara	g	652,15
Massa terreno secco + tara	g	615,47
Contenuto di acqua	%	23,3

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleli@tiscali.it - www.laboratorioelleli.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0454-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

PESO DI VOLUME**(BS 1377 T15/e)**Data di prova: **11/03/2008**

Peso del terreno	g	175,19
Volume del terreno	cm ³	86,83
Massa specifica	g/cm ³	2,02
Peso di volume	kN/m³	19,8

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
Dr. *Nicola Campo*

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleli@tiscali.it - www.laboratorioelleli.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0455-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

PESO SPECIFICO DEI GRANI

(CNR-UNI 10013)

Data di prova inizio **18/3/08** termine **19/3/08**

Prova n°		1	2
Picnometro	g	45,80	53,45
Campione + picnometro	g	72,26	80,58
Camp.+ picnometro + acqua	g	162,29	169,23
Picnometro + acqua	g	145,56	152,06
Temperatura °C	°C	21,8	21,8
Fattore di correzione K		0,9996	0,9996
Peso specifico	g/cm ³	2,718	2,723
Peso specifico medio	g/cm³	2,72	

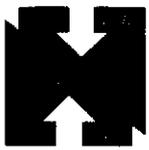
COPIA CONFORME

il Direttore

Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore

Dr. *Nicola Campo*

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8650949 - e.mail. laboratorio.ellesti@tiscali.it - www.laboratorioellesti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0456-08** Data **10/4/08** Pagina **1/ 2**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/4/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

ANALISI GRANULOMETRICA

Date di prova: inizio **12/3/08** termine **21/3/08**

Analisi granulometrica per setacciatura
(via umida) (CNR-UNI A. V N.23)

Massa del materiale g = **157,18**

Set. ASTM	Diam. mm	Peso %	Tratt. %	Pass. %
4"	101,6	0,00	0,00	100,0
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	0,00	0,00	100,0
3/4"	19	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,5	0,00	0,00	100,0
4	4,75	0,00	0,00	100,0
10	2,00	0,06	0,06	99,9
40	0,425	0,69	0,75	99,2
100	0,150	2,60	3,35	96,6
200	0,075	5,61	8,96	91,0

Analisi granulometrica per sedimentazione
(AASHTO T 88-72)

Agente disperdente: esametafosfato di sodio 45,70 g/l

Idrometro: tipo 151 H

Massa del materiale g = **50,00**

Materiale passante al setaccio ASTM 40

Peso specifico dei grani: **2,72**

Temp. °C	Tempo min	Letture densim.	Dimen. mm	Pass. %
18,8	0,5	1,0304	0,057	91,0
18,8	1	1,0280	0,041	83,8
18,8	2	1,0260	0,030	77,9
18,8	4	1,0232	0,022	69,5
18,8	8	1,0208	0,016	62,3
18,8	15	1,0186	0,012	55,7
18,8	30	1,0170	0,009	50,9
18,8	60	1,0150	0,006	44,9
18,8	104	1,0136	0,005	40,7
18,8	171	1,0126	0,004	37,7
18,8	474	1,0110	0,002	32,9
18,8	1464	1,0100	0,001	29,9

COPIA CONFORME

il Direttore

Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore

Dr. Nicola Campo



ELLE TI

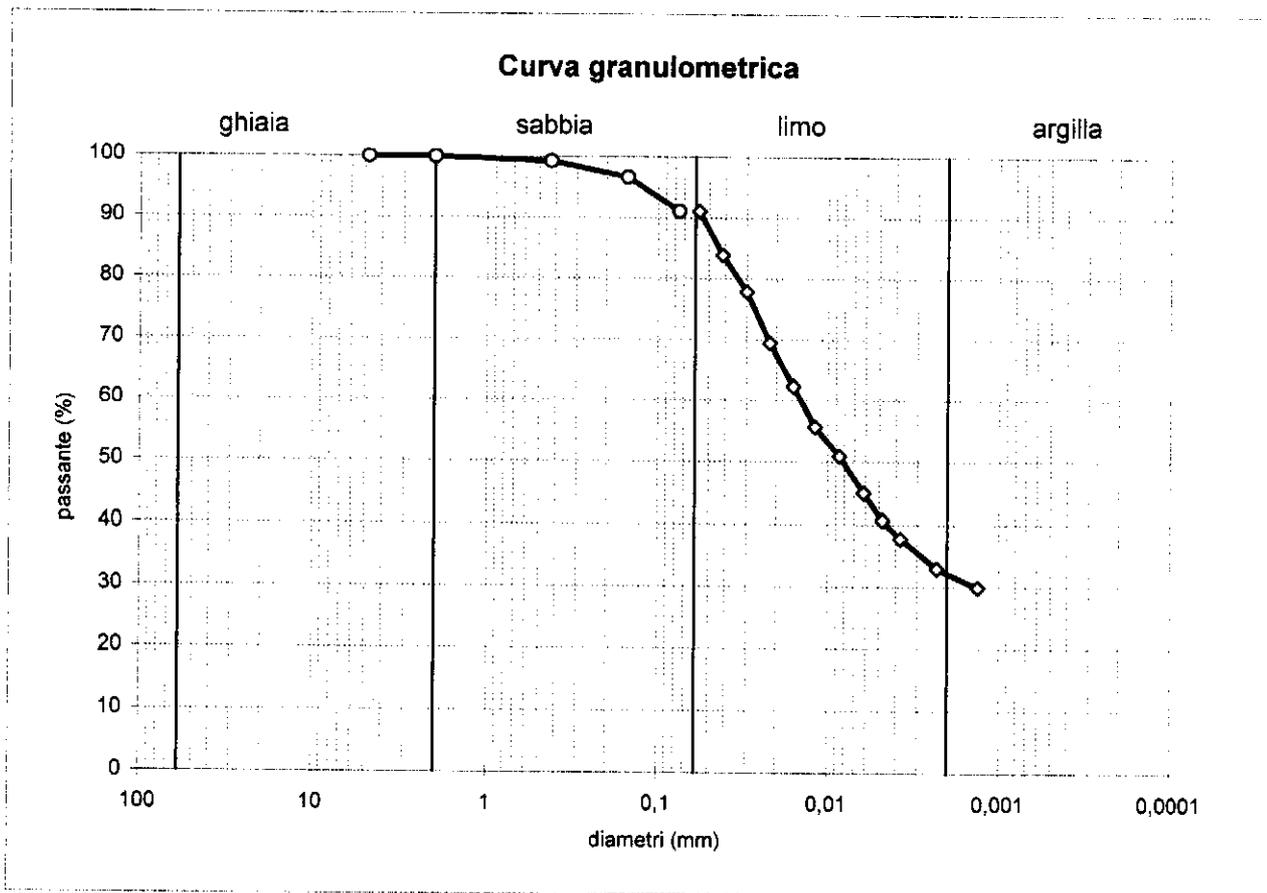
LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.eileti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0456-08	Data	10/4/08	Pagina	2/ 2
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Brescia	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

CURVA GRANULOMETRICA



COPIA CONFORME

Riepilogo dei risultati

Ciottoli	(> 60mm)	%	0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	0
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	9
Limo	(0,060-0,002 mm)	%	59
Argilla	(< 0,002 mm)	%	32

Coefficiente di uniformità : $U (D60/D10) =$ non determinabile

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380/01, art. 59 - Circolare n. 349/99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleli@tiscali.it - www.laboratorioelleli.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

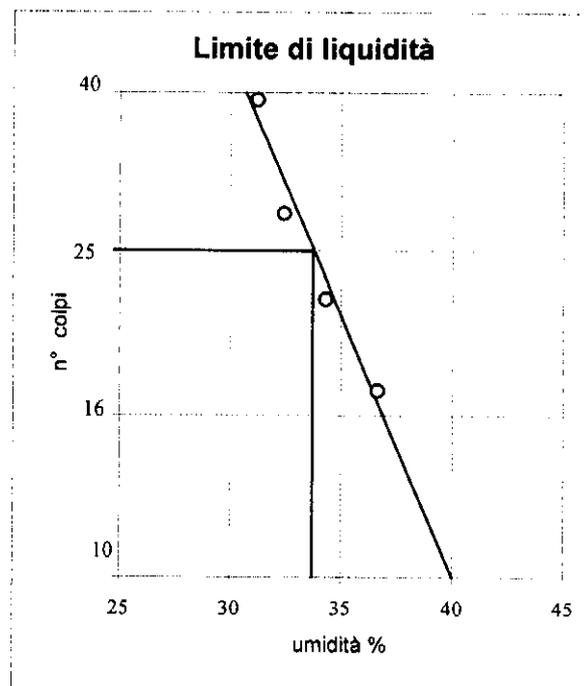
Certificato n° **0457-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2 Profondità (m) 9,5 - 10,0**

LIMITI DI CONSISTENZA (CNR-UNI 10014)

Data di prova: inizio **17/3/08** termine **18/3/08**

Determinazione del limite di liquidità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %	n° colpi
1	20,88	39,54	35,10	31,2	39
2	19,95	38,78	34,17	32,4	28
3	21,37	40,47	35,59	34,3	22
4	20,43	41,27	35,68	36,7	17
Limite di liquidità LL				33,7	



COPIA CONFORME

Determinazione del limite di plasticità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %
1	9,19	21,81	19,58	21,5
2	9,22	21,77	19,55	21,5
Limite di plasticità LP				21,5

Limite di liquidità 34
Limite di plasticità 22
Indice di plasticità 12

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelletit.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0458-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 4**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435)

Data di prova **inizio 11/3/08 termine 1/4/08**

Dimensioni iniziali del provino

sezione	cm ²	20
altezza	cm	2,00
volume iniziale	cm ³	40,00

Parametri fisici iniziali e dopo la prova.

		iniziale	finale
umidità	%	23,24	18,93
peso di volume	kN/m ³	20,1	21,0
indice dei vuoti		0,638	0,508

Peso specifico dei grani **G_s = 2,72**

Certificato n° **0455-08**

Cedimenti (DH) e indice dei vuoti (e) relativi alle pressioni indicate con permanenza del carico di 24 ore.

Press kPa	ΔH mm	e	mv kPa ⁻¹	E ed kPa
0	0,000	0,638	*	*
12,3	0,135	0,627	5,50E-04	1820
25	0,227	0,619	3,79E-04	2639
49	0,352	0,609	2,58E-04	3878
98	0,512	0,596	1,66E-04	6021
196	0,710	0,580	1,04E-04	9652
392	1,020	0,554	8,19E-05	12205
785	1,399	0,523	5,09E-05	19644
1569	1,869	0,485	3,22E-05	31049
3138	2,470	0,436	2,11E-05	47336
785	2,349	0,446	*	*
196	2,143	0,462	*	*
49	1,873	0,485	*	*
12,3	1,591	0,508	*	*

Coefficiente di compressibilità volumetrica (mv) e modulo edometrico (Eed) relativi al campo di pressione compreso tra il valore indicato in tabella e quello precedente.

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

COPIA CONFORME



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail. laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0458-08	Data	10/04/2008	Pagina	2 / 4
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

PROVA EDOMETRICA

Diagramma indice dei vuoti - pressioni (scala logaritmica)

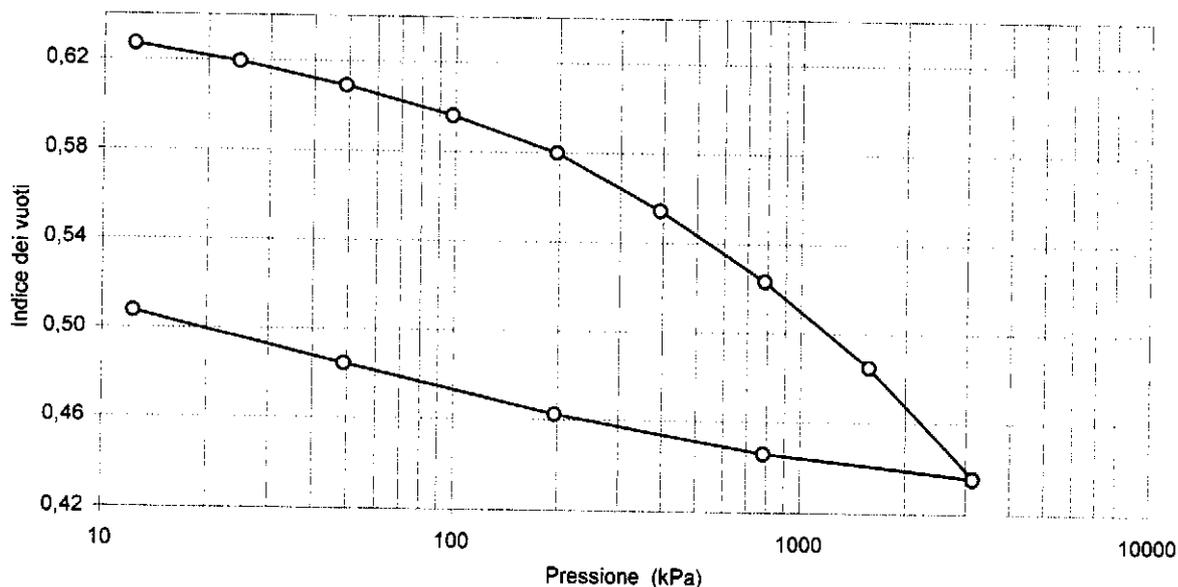
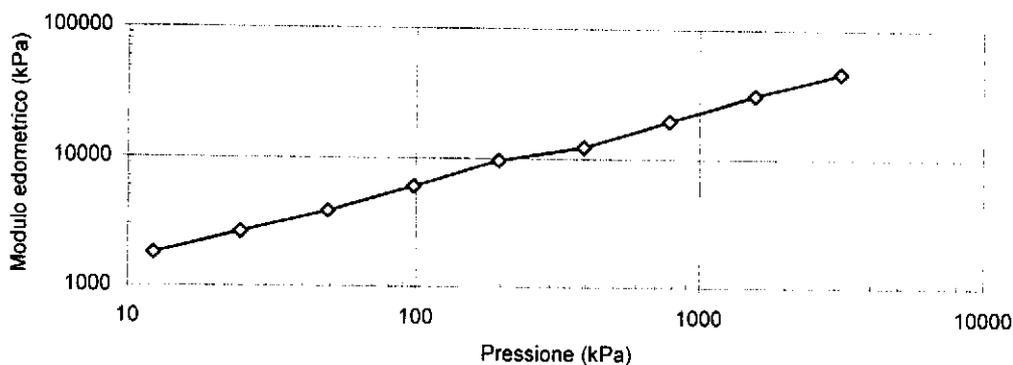


Diagramma modulo edometrico- pressioni



COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348 8850949 - e.mail: laboratorio.eileti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F. 04390160481

Certificato n° **0459-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/8**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **42**
 Contrassegno Sond. **2** Camp. **2** Profondità (m) **9,5 - 10,0**

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDAZIONE ISOTROPICA

Data di prova: inizio **27/3/08** termine **8/4/08**

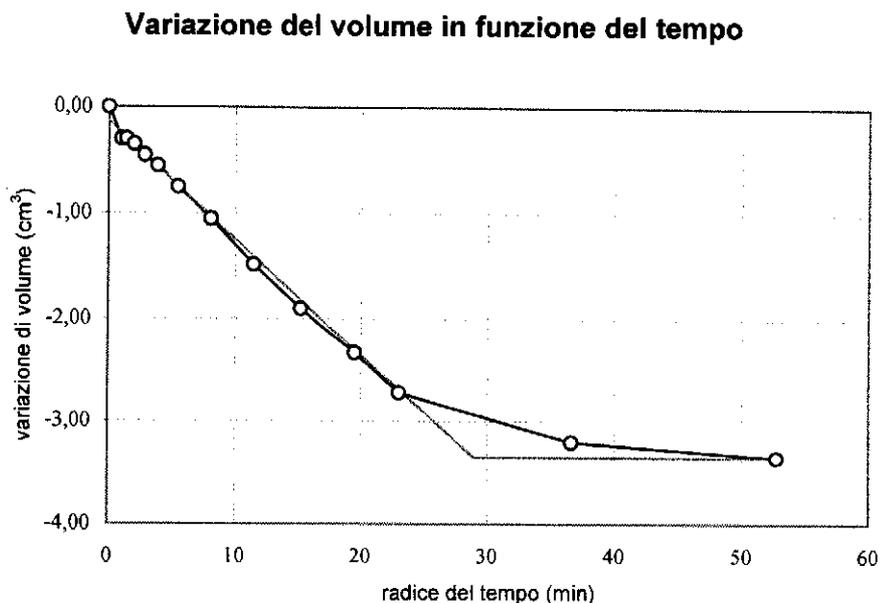
CONSOLIDAZIONE DEL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali altezza cm **7,62**
 sez. cm² **11,40**

Drenaggio attraverso pietra porosa superiore senza interposizione di carta da filtro laterale.

Pressione in cella **100 kPa** Pressione interna (back pressure) **0 kPa**

t (min.)	radice t	ΔV (cm ³)
0	0,00	0,00
1	1,00	-0,30
2	1,41	-0,30
4	2,00	-0,35
8	2,83	-0,45
15	3,87	-0,55
30	5,48	-0,75
65	8,06	-1,05
131	11,45	-1,48
230	15,17	-1,90
380	19,49	-2,33
530	23,02	-2,72
1342	36,63	-3,20
2782	52,74	-3,35



Tempo di consolidazione **t₁₀₀ = 841 min.**

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

COPIA CONTROLLO

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.ellesti@tiscali.it - www.laboratorioellesti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0459-08** Data **10/04/2008** Pagina **2 / 8**
 Verbale di accettazione n° **08023** Codice del campione n° **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **2** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,5 - 10,0**

**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
 CONSOLIDAZIONE ISOTROPICA**

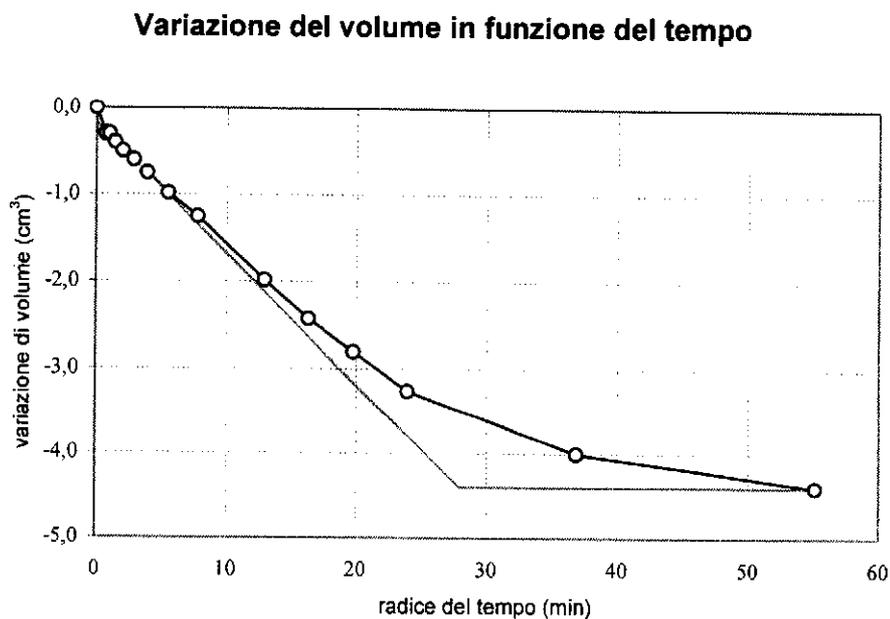
CONSOLIDAZIONE DEL PROVINO NUMERO **2**

Dimensioni iniziali altezza cm **7,62**
 sez. cm² **11,40**

Drenaggio attraverso pietra porosa superiore
 senza interposizione di carta da filtro laterale.

Pressione in cella **200 kPa** Pressione interna (back pressure) **0 kPa**

t (min.)	radice t	ΔV (cm ³)
0	0,00	0,00
0,5	0,71	-0,30
1	1,00	-0,30
2	1,41	-0,40
4	2,00	-0,50
8	2,83	-0,60
15	3,87	-0,75
30	5,48	-0,98
60	7,75	-1,25
166	12,88	-1,98
264	16,25	-2,42
391	19,77	-2,80
574	23,96	-3,25
1360	36,88	-4,00
3039	55,13	-4,40



COPIA CONFORME

Tempo di consolidazione **t₁₀₀ = 783 min.**

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Celi. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelletit.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0459-08	Data	10/04/2008	Pagina	3 / 8
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE CONSOLIDAZIONE ISOTROPICA

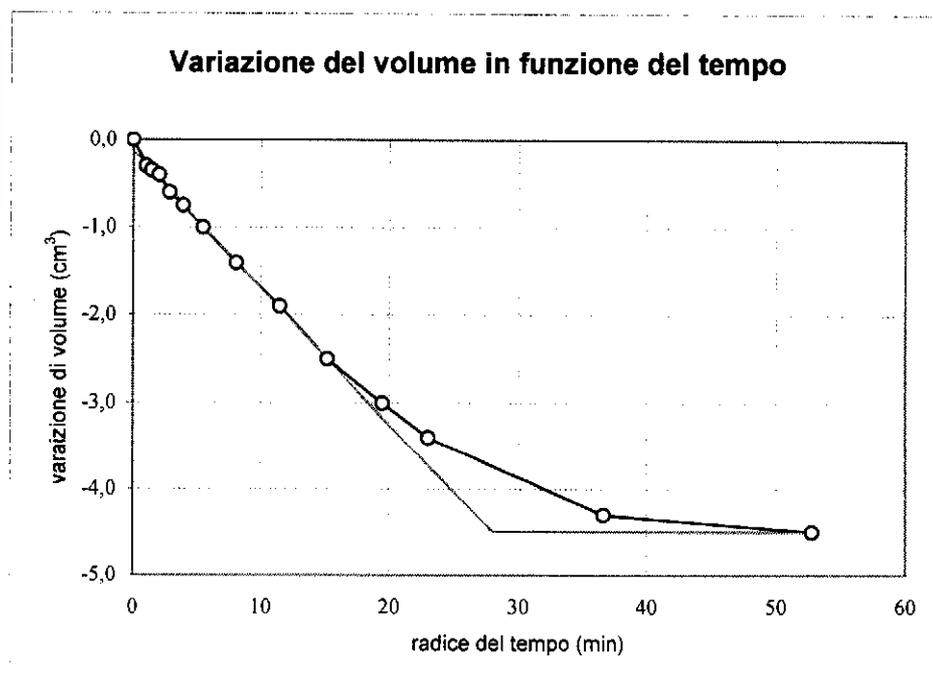
CONSOLIDAZIONE DEL PROVINO NUMERO **3**

Dimensioni iniziali	altezza	cm	7,62
	sez.	cm ²	11,40

Drenaggio attraverso pietra porosa superiore
senza interposizione di carta da filtro laterale.

Pressione in cella	300	kPa	Pressione interna (back pressure)	0	kPa
--------------------	-----	-----	-----------------------------------	---	-----

t (min.)	radice t	ΔV (cm ³)
0	0,00	0,00
1	1,00	-0,30
2	1,41	-0,35
4	2,00	-0,40
8	2,83	-0,60
15	3,87	-0,75
30	5,48	-1,00
65	8,06	-1,40
131	11,45	-1,90
230	15,17	-2,50
380	19,49	-3,00
530	23,02	-3,40
1342	36,63	-4,30
2782	52,74	-4,50



COPIA CONFORME

Tempo di consolidazione $t_{100} = 783$ min.

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505505 - Cell. 348 8850949 - e-mail: laboratorio.eileti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0459-08** Data **10/04/2008** Pagina **4/ 8**
 Verbale di accettazione n° **08023** Codice del campione n° **08023 01**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **2** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,5 - 10,0**

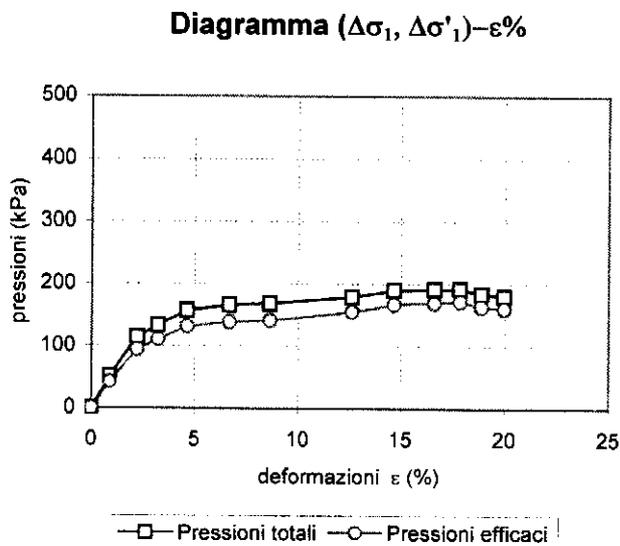
**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
 PROVA C.U. (CONSOLIDATA NON DRENATA)**

PROVA DI COMPRESSIONE DEL PROVINO **1**

Dimensioni del provino altezza cm **7,52**
 dopo la consolidazione volume cm³ **83,48**
 Pressione in cella 100 kPa
 Pressione interna applicata (back-pressure) 0 kPa

VELOCITA' DELLA PROVA **0,003 mm/min**

ϵ %	σ_1 kPa	u kPa	σ'_1 kPa	coeff. A
0,0	0	0	0	0,00
0,9	51	9	42	0,15
2,2	114	20	94	0,15
3,3	134	23	111	0,15
4,6	157	25	132	0,14
6,7	166	26	139	0,14
8,6	168	27	141	0,14
12,6	179	24	156	0,12
14,7	190	23	167	0,11
16,6	192	22	170	0,10
17,9	192	20	172	0,09
18,9	184	20	163	0,10
20,0	180	20	161	0,10



COPIA CONFORME

STATO TENSIONALE A ROTTURA

	pressioni	totali	efficaci
Tensione radiale	σ_3 kPa	100	80
Tensione deviatorica	$\Delta\sigma_1$ kPa	192	172
Deformazione a rottura	%	17,9	

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleli@tiscali.it - www.laboratorioelleli.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0459-08	Data	10/04/2008	Pagina	5/ 8
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

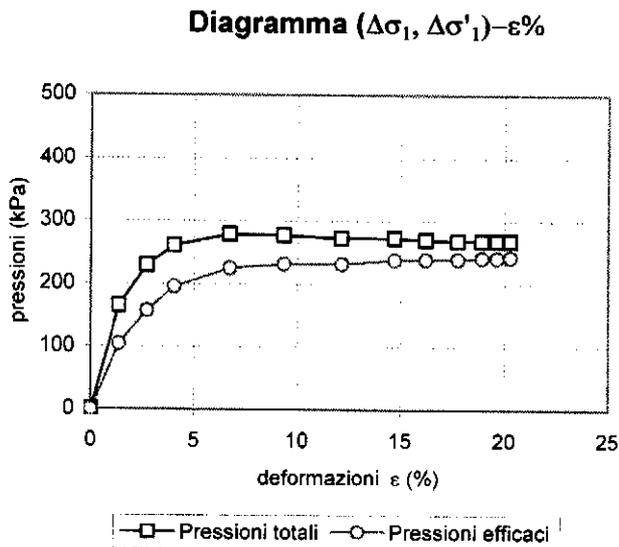
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVA C.U. (CONSOLIDATA NON DRENATA)

PROVA DI COMPRESSIONE DEL PROVINO 2

Dimensioni del provino	altezza	cm	7,49
dopo la consolidazione	volume	cm ³	82,43
Pressione in cella		200	kPa
Pressione interna applicata (back-pressure)		0	kPa

VELOCITA' DELLA PROVA 0,003 mm/min

ϵ %	$\Delta\sigma_1$ kPa	Δu kPa	$\Delta\sigma'_1$ kPa	coeff. A
0,0	0	0	0	0,00
1,4	166	61	104	0,37
2,7	229	72	157	0,31
4,0	261	66	195	0,25
6,7	279	54	225	0,20
9,3	278	46	232	0,17
12,1	273	42	232	0,15
14,7	273	35	239	0,13
16,2	271	32	239	0,12
17,8	269	30	239	0,11
18,9	269	28	241	0,10
19,6	269	27	242	0,10
20,3	269	26	242	0,10



COPIA CONFORME

STATO TENSIONALE A ROTTURA

	pressioni	totali	efficaci
Tensione radiale	s_3 kPa	200	146
Tensione deviatorica	$\Delta\sigma_1$ kPa	279	225
Deformazione a rottura	%	6,7	

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.ellesti@tiscali.it - www.laboratorioellesti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0459-08	Data	10/04/2008	Pagina	6/ 8
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

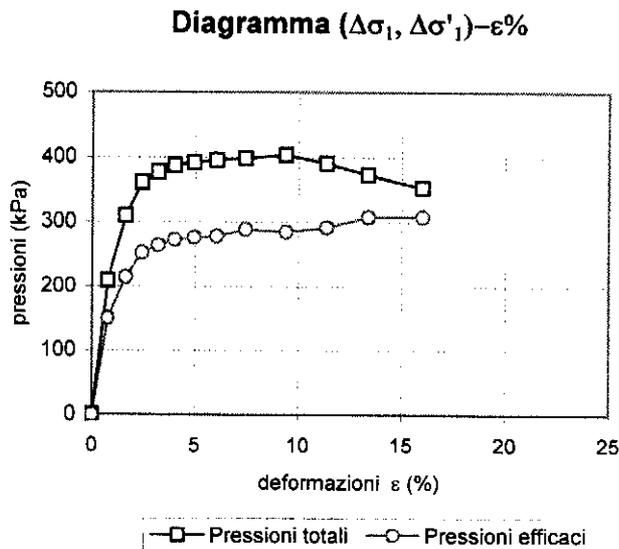
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVA C.U. (CONSOLIDATA NON DRENATA)

PROVA DI COMPRESSIONE DEL PROVINO 3

Dimensioni del provino	altezza	cm	7,49
dopo la consolidazione	volume	cm ³	82,33
Pressione in cella		300	kPa
Pressione interna applicata (back-pressure)		0	kPa

VELOCITA' DELLA PROVA 0,003 mm/min

ϵ %	$\Delta\sigma_1$ kPa	Δu kPa	$\Delta\sigma'_1$ kPa	coeff. A
0,0	0	0	0	0,00
0,8	209	59	150	0,28
1,6	310	96	214	0,31
2,4	362	109	253	0,30
3,2	378	113	264	0,30
4,0	388	115	273	0,30
5,0	393	116	276	0,30
6,0	396	118	278	0,30
7,4	399	110	289	0,28
9,4	404	119	285	0,29
11,4	392	100	292	0,25
13,4	374	66	308	0,18
16,0	354	46	308	0,13



COPIA CONFORME

STATO TENSIONALE A ROTTURA

	pressioni	totali	efficaci
Tensione radiale	s_3 kPa	300	181
Tensione deviatorica	$\Delta\sigma_1$ kPa	404	285
Deformazione a rottura	%	9,4	

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.ellefi@tiscali.it - www.laboratoriocelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

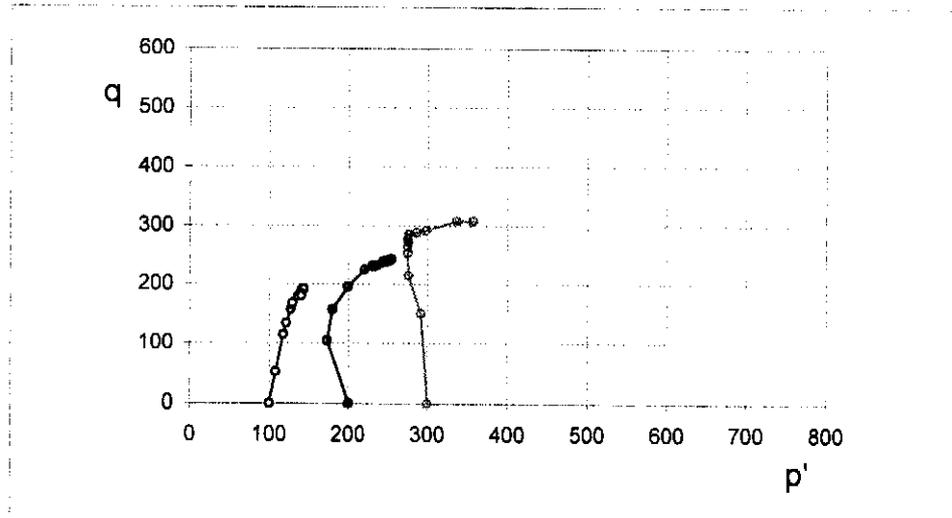
Certificato n°	0459-08	Data	10/04/2008	Pagina	7/ 8
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 01		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	2	Prof. (metri)	9,5 - 10,0

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVA C.U. (CONSOLIDATA NON DRENATA)

Rappresentazione dei percorsi tensionali in termini di pressioni efficaci

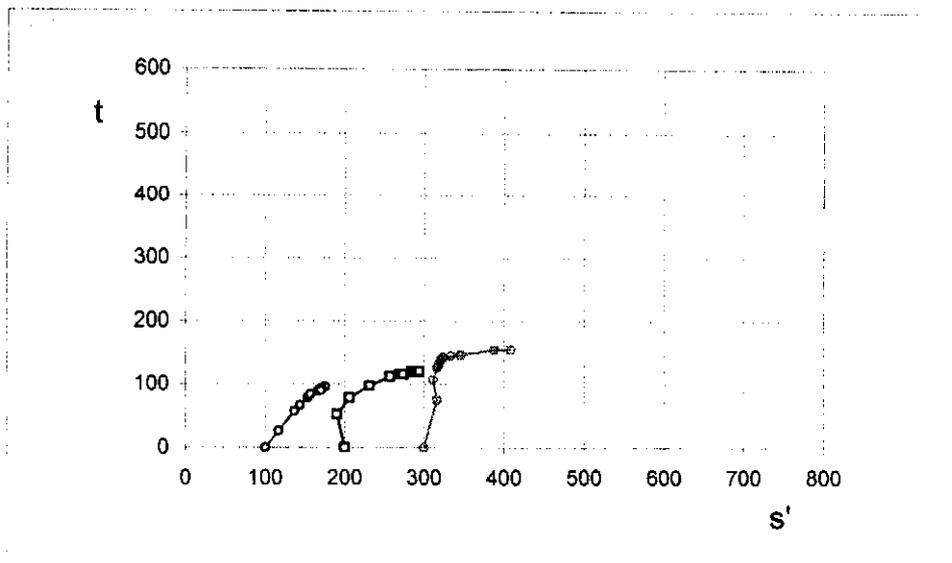
$$p' = (2\sigma_3 + \sigma_1 - 3u) / 3$$

$$q = q' = \sigma_1 - \sigma_3$$



$$s' = (\sigma_3 + \sigma_1 - 2u) / 2$$

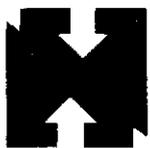
$$t = t' = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$$



COPIA CONFORME

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0459-08** Data **10/04/2008** Pagina **8 / 8**
Verbale di accettazione n° **08023** Codice del campione n° **08023 01**
Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Sondaggio n° **2** Campione n° **2** Prof. (metri) **9,5 - 10,0**

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
PROVA C.U. (CONSOLIDATA NON DRENATA)
(ASTM D 4767)

DIMENSIONI E PROPRIETA' FISICHE DEI PROVINI

prima della prova

dopo la rottura

provino n°		1	2	3	1	2	3
Altezza	cm	7,62	7,62	7,62	6,02	5,97	6,29
Sezione	cm ²	11,40	11,40	11,40	13,87	13,80	13,09
Volume	cm ³	86,83	86,83	86,83	83,48	82,43	82,33
Contenuto di acqua %		24,1	24,5	24,5	22,7	21,2	21,4
Peso di volume	kN/m ³	19,8	19,6	19,7	20,3	20,1	20,2

COPIA CONFORME

il Direttore

Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore

Dr. Nicola Campo

Il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Spedimentatore
Dr. Nicola Campo

Basso

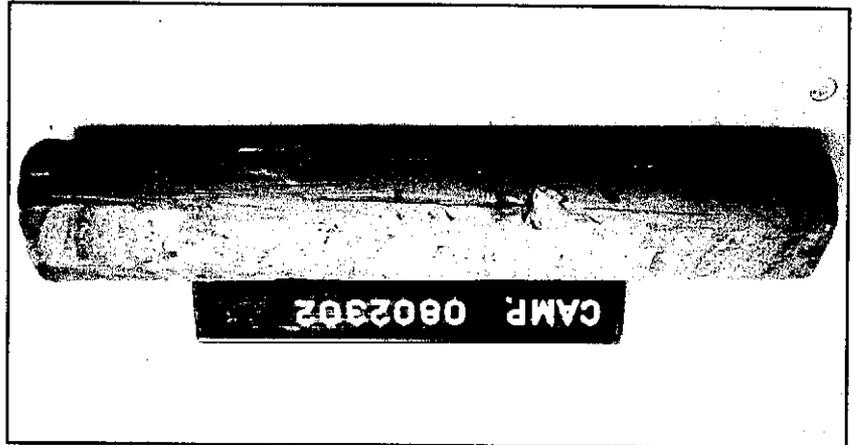
ED
TG
TG
TG
TG

P.P.	180
V.T.	90
P.P.	180
V.T.	90

OSSERVAZIONI:

P.P. = Pocket penetrometer (kPa)
 V.T. = Vane test (kPa)

Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)



Fotografia del campione

<input checked="" type="checkbox"/>	Cont. acqua w	0460-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso volume G	0461-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Peso spec. Gs	0462-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Limiti cons. LC	0464-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Granulom. GR	0463-08
<input type="checkbox"/>	Compress. ELL	0466-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Edometrica ED	0466-08
<input type="checkbox"/>	Permeabilità k	*
<input type="checkbox"/>	Triassiale TX	*
<input checked="" type="checkbox"/>	T. diretto TG	0465-08
<input type="checkbox"/>	T. torsionale TT	*

Prove eseguite: Cert. N°

Classe di qualità **Q5**

limo argilloso debolmente sabbioso, bruno, compatto.

Descrizione del campione:

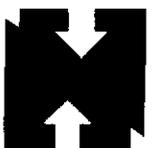
Data di apertura del campione 11/3/08

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

Verbale di accettazione n°	08023	del	10/3/08	Cod. campione	08023 02
Committente	Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)				
Richiedente	Dr. Geol. Deborah Bresci				
Provenienza	Museo Pecci - Prato				
Contenitore	Fustella PVC				
Contrassegno	Sond.	2	Camp.	3	Profondità (m)
	Diametro (mm)	85	Lunghezza (cm)	44	28,8 - 29,3

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

LABORATORIO TERRE S.R.L.
ELLE TI



**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Cell. 348.6850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelletit.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0460-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 02**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA

(ASTM D2216)

Data di prova: inizio **11/3/08** fine **12/3/08**

Tara	g	455,30
Massa terreno umido + tara	g	728,48
Massa terreno secco + tara	g	675,41
Contenuto di acqua	%	24,1

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0461-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 02**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

PESO DI VOLUME

(BS 1377 T15/e)

Data di prova: 11/03/2008

Peso del terreno	g	176,11
Volume del terreno	cm ³	86,83
Massa specifica	g/cm ³	2,03
Peso di volume	kN/m³	19,9

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Cell. 346.8850949 - e.mail. laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F. 04390160461

Certificato n° **0462-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

PESO SPECIFICO DEI GRANI

(CNR-UNI 10013)

Data di prova inizio **18/3/08** termine **19/3/08**

Prova n°		1	2
Picnometro	g	42,77	38,32
Campione + picnometro	g	68,72	63,99
Camp. + picnometro + acqua	g	158,78	153,50
Picnometro + acqua	g	142,34	137,23
Temperatura °C	°C	21,8	21,8
Fattore di correzione K		0,9996	0,9996
Peso specifico	g/cm ³	2,728	2,730
Peso specifico medio	g/cm³	2,73	

CNR-UNI 10013

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Celi. 346.8650949 - e.mail: laboratorio.ellefi@tiscali.it - www.laboratorioellefi.it - P.IVA-C.F.: 04390160461

Certificato n° **0463-08** Data **10/4/08** Pagina **1 / 2**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/4/08** Cod. campione **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

ANALISI GRANULOMETRICA

Date di prova: inizio **12/3/08** termine **21/3/08**

Analisi granulometrica per setacciatura
 (via umida) (CNR-UNI A. V N.23)

Massa del materiale g = **220,11**

Set. ASTM	Diam. mm	Peso %	Tratt. %	Pass. %
4"	101,6	0,00	0,00	100,0
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	0,00	0,00	100,0
3/4"	19	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,5	0,00	0,00	100,0
4	4,75	0,00	0,00	100,0
10	2,00	0,00	0,00	100,0
40	0,425	0,52	0,52	99,5
100	0,150	8,67	9,19	90,8
200	0,075	12,09	21,28	78,7

COPIA CONFORME

Analisi granulometrica per sedimentazione
 (AASHTO T 88-72)

Agente disperdente: esametafosfato di sodio 45,70 g/l

Idrometro: tipo 151 H

Massa del materiale g = **50,00**

Materiale passante al setaccio ASTM 40

Peso specifico dei grani: **2,73**

Temp. °C	Tempo min	Lettura densim.	Dimen. mm	Pass. %
18,8	0,5	1,0300	0,057	78,7
18,8	1	1,0270	0,042	70,8
18,8	2	1,0248	0,030	65,1
18,8	4	1,0220	0,022	57,7
18,8	8	1,0202	0,016	53,0
18,8	15	1,0184	0,012	48,3
18,8	30	1,0168	0,009	44,1
18,8	60	1,0150	0,006	39,4
18,8	103	1,0140	0,005	36,7
18,8	170	1,0136	0,004	35,7
18,8	472	1,0118	0,002	31,0
18,8	1462	1,0108	0,001	28,3

il Direttore
 Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
 Dr. *Nicola Campo*



ELLE TI

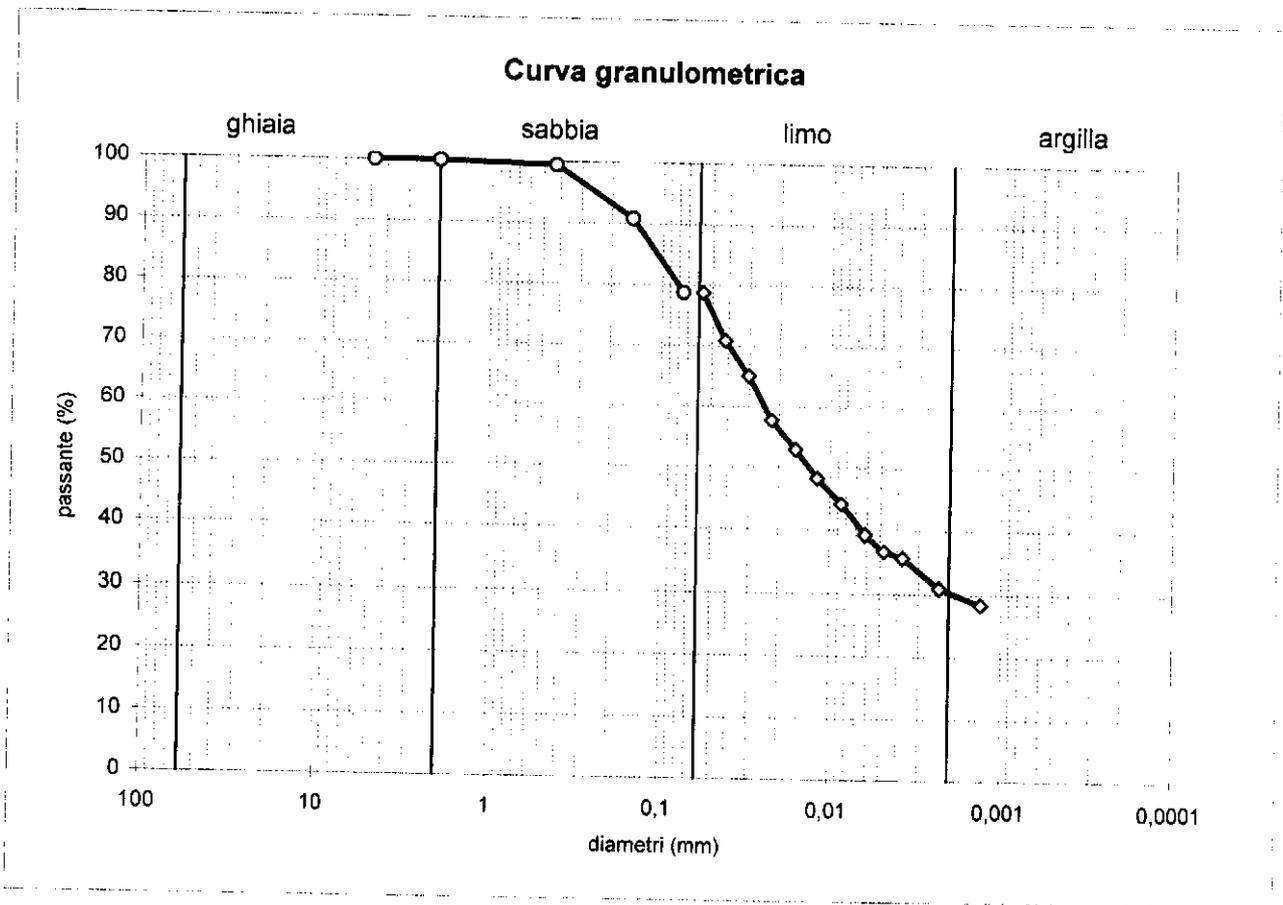
LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.6850949 - e.mail. laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0463-08** Data **10/4/08** Pagina **2/ 2**
 Verbale di accettazione n° **08023** Codice del campione n° **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **2** Campione n° **3** Prof. (metri) **28,8 - 29,3**

CURVA GRANULOMETRICA



CONFORME

Riepilogo dei risultati

Ciottoli	(> 60mm)	%	0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	0
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	21
Limo	(0,060-0,002 mm)	%	49
Argilla	(< 0,002 mm)	%	30

Coefficiente di uniformità : $U (D_{60}/D_{10}) =$ non determinabile

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelletiti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

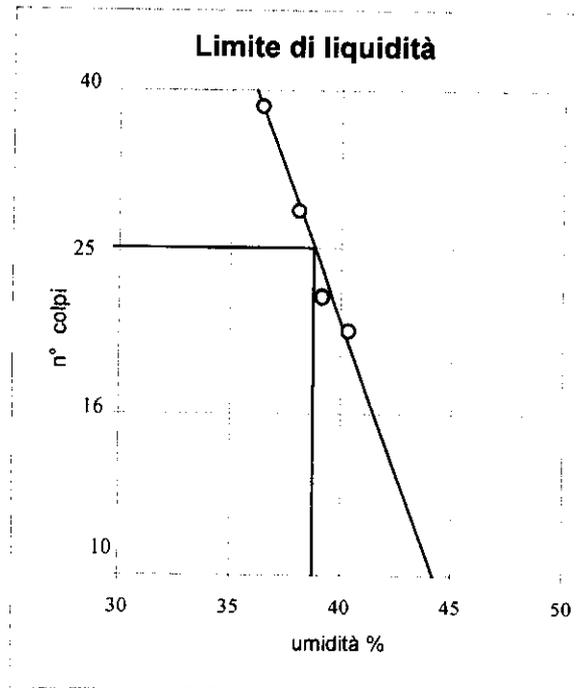
Certificato n° **0464-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3 Profondità (m) 28,8 - 29,3**

LIMITI DI CONSISTENZA (CNR-UNI 10014)

Data di prova: inizio **17/3/08** termine **18/3/08**

Determinazione del limite di liquidità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %	n° colpi
1	20,85	39,96	34,86	36,4	38
2	20,99	38,69	33,81	38,1	28
3	20,41	39,82	34,36	39,1	22
4	21,15	39,83	34,46	40,3	20
Limite di liquidità LL				38,8	



Determinazione del limite di plasticità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %
1	8,45	22,48	19,95	22,0
2	9,34	22,04	19,74	22,1
Limite di plasticità LP				22,1

Limite di liquidità 39
Limite di plasticità 22
Indice di plasticità 17

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0465-08** Data **10/4/08** Pagina **1/7**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/03/08** Cod. campione **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
 Contrassegno **Sond. 2 Camp. 3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

(ASTM D 3080)

Data di prova **inizio 18/3/08 termine 21/3/08**

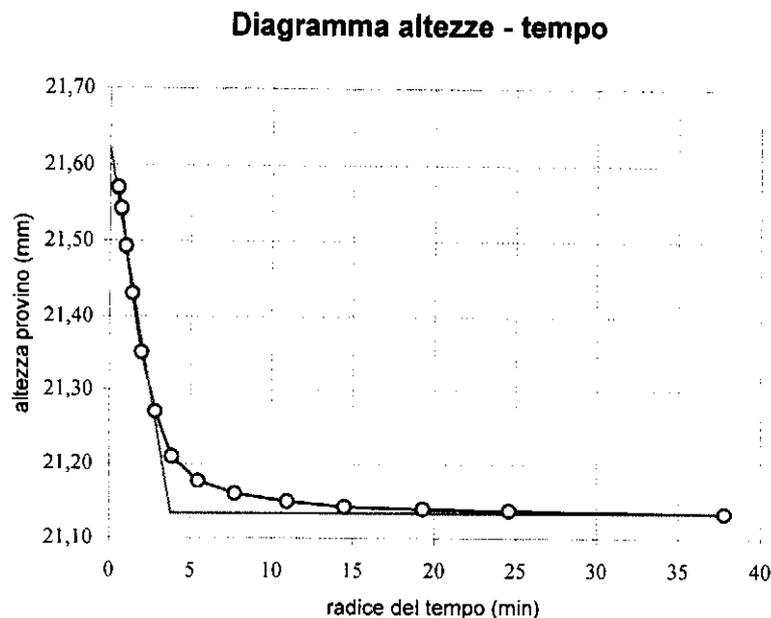
TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **1**

Dimensioni iniziali **altezza mm 21,75**
sezione cm² 36,00

Pressione normale: **kPa 100**

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

t (min)	Let. mm	H mm
0	9,95	21,75
0,25	9,77	21,57
0,5	9,74	21,54
1	9,69	21,49
2	9,63	21,43
4	9,55	21,35
8	9,47	21,27
15	9,41	21,21
30	9,38	21,18
60	9,36	21,16
120	9,35	21,15
211	9,34	21,14
373	9,34	21,14
604	9,34	21,14
1430	9,33	21,13



Tempo di consolidazione t₁₀₀ (min) 14

il Direttore
 Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
 Dr. *Nicola Campo*

COPIA CONFORME



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0465-08	Data	10/04/2008	Pagina	2 / 7
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

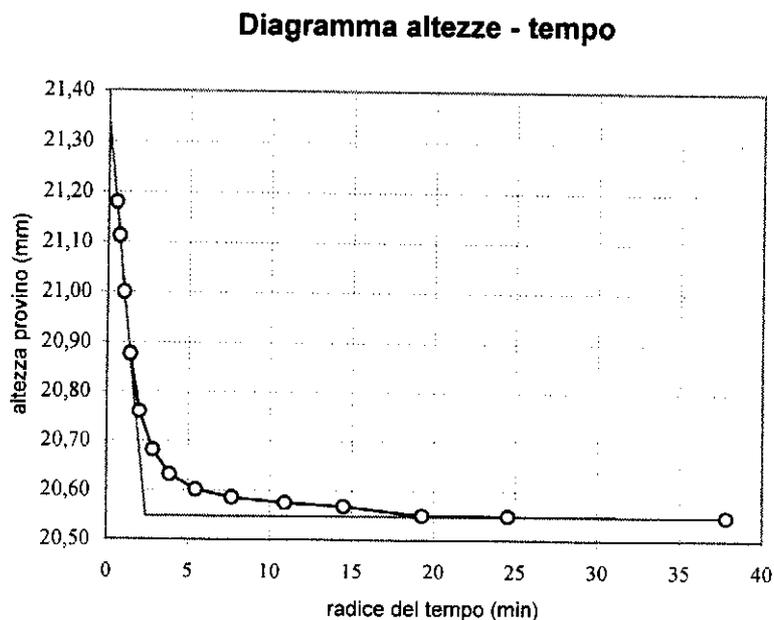
TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **2**

Dimensioni iniziali altezza mm 21,75
 sez. cm² 36,00

Pressione normale: kPa 200

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

t (min)	Let. mm	H mm
0	10,48	21,75
0,25	9,91	21,18
0,5	9,84	21,11
1	9,73	21,00
2	9,61	20,88
4	9,49	20,76
8	9,41	20,68
15	9,36	20,63
30	9,33	20,60
59	9,32	20,59
119	9,31	20,58
210	9,30	20,57
372	9,28	20,55
603	9,28	20,55
1429	9,28	20,55



COPIA CONFORME

Tempo di consolidazione t_{100} (min) **6**

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0465-08	Data	10/04/2008	Pagina	3 / 7
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

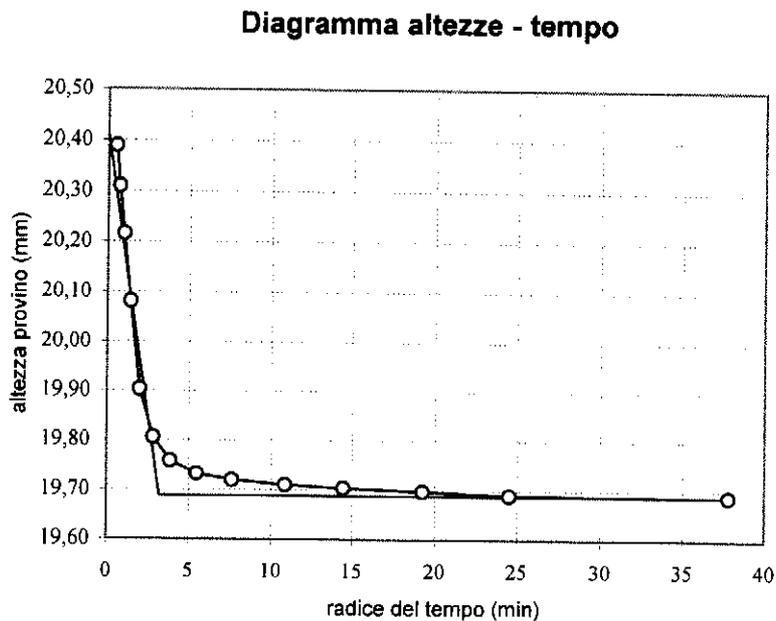
TEST DI CONSOLIDAZIONE SUL PROVINO NUMERO **3**

Dimensioni iniziali altezza mm 21,75
 sez. cm² 36,00

Pressione normale: kPa 300

Drenaggio attraverso pietre porose situate sopra e sotto il provino.

t (min)	Let. mm	H mm
0	6,85	21,75
0,25	5,49	20,39
0,5	5,41	20,31
1	5,32	20,22
2	5,18	20,08
4	5,00	19,90
8	4,91	19,81
15	4,86	19,76
30	4,83	19,73
58	4,82	19,72
118	4,81	19,71
209	4,80	19,70
371	4,80	19,70
602	4,79	19,69
1428	4,79	19,69



COPIA CONFORME

Tempo di consolidazione t_{100} (min) **10**

il Direttore
Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
Dr. *Nicola Campo*



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0465-08	Data	10/04/2008	Pagina	4 / 7
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO 1

Pressione di consolidazione	kPa	100
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	100
Resistenza al taglio	kPa	73
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,00

s mm	Din. mm	ΔH mm	τ kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,092	-0,01	14
0,50	0,201	-0,06	30
1,00	0,303	-0,12	45
1,50	0,368	-0,20	55
2,00	0,423	-0,24	63
2,50	0,465	-0,26	69
3,00	0,492	-0,28	73
3,60	0,479	-0,28	71
4,30	0,458	-0,28	68
5,00	0,454	-0,29	67
5,70	0,448	-0,30	67
6,45	0,446	-0,30	66

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

s = spostamento (mm)

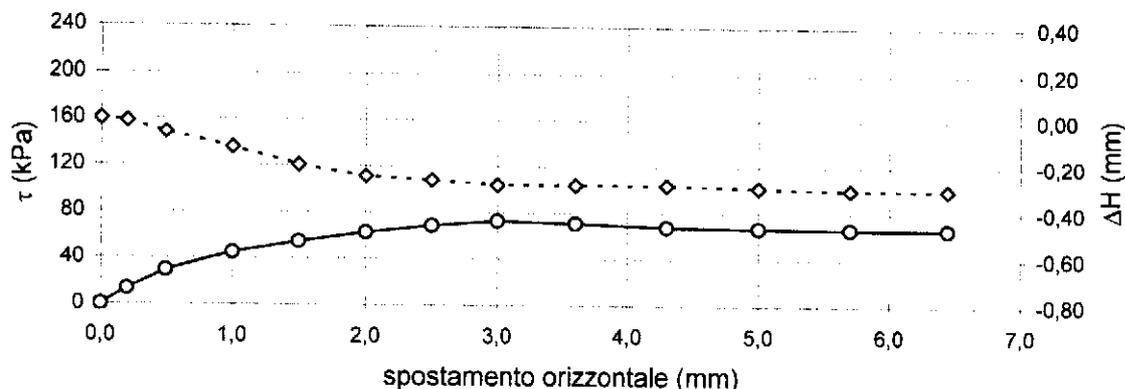
ϵ = deformazione provino (%)

Din = lettura dinamometro (mm)

ΔH = variazione di altezza del provino (mm)

τ = resistenza al taglio (kPa)

Diagramma delle tensioni tangenziali e delle variazioni di altezza in funzione delle deformazioni



COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0465-08	Data	10/04/2008	Pagina	5/ 7
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO **2**

Pressione di consolidazione	kPa	200
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	200
Resistenza al taglio	kPa	124
Spostamento orizz. a rottura	mm	3,00

VELOCITA' DI PROVA **0,005 mm/min**

s = spostamento (mm)

Din = lettura dinamometro (mm)

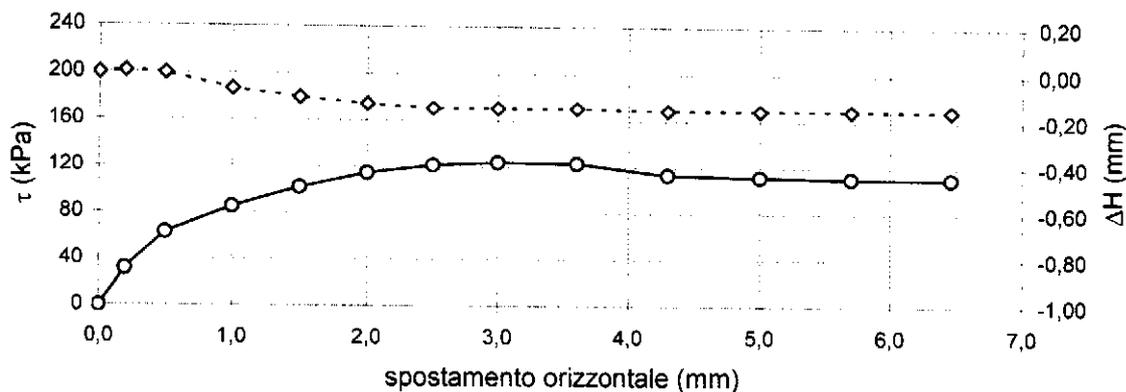
ΔH = variazione di altezza del provino (mm)

τ = resistenza al taglio (kPa)

s mm	Din. mm	ΔH mm	τ kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,132	0,01	32
0,50	0,263	0,00	63
1,00	0,355	-0,06	85
1,50	0,426	-0,10	102
2,00	0,478	-0,13	115
2,50	0,507	-0,15	122
3,00	0,517	-0,15	124
3,60	0,513	-0,15	123
4,30	0,474	-0,15	114
5,00	0,467	-0,15	112
5,70	0,462	-0,15	111
6,46	0,461	-0,15	111

COPPIA CONFORME

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni



il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0465-08	Data	10/04/2008	Pagina	6/ 7
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

PROVA DI TAGLIO SUL PROVINO NUMERO 3

Pressione di consolidazione	kPa	300
Tempo di consolidazione	ore	24
Pressione normale	kPa	300
Resistenza al taglio	kPa	205
Spostamento orizz. a rottura	mm	4,30

s mm	Din. mm	ΔH mm	τ kPa
0,00	0,000	0,00	0
0,20	0,072	-0,01	33
0,50	0,172	-0,08	79
1,00	0,259	-0,14	119
1,50	0,318	-0,22	147
2,00	0,369	-0,27	170
2,50	0,401	-0,32	185
3,00	0,425	-0,33	196
3,60	0,441	-0,35	203
4,30	0,444	-0,35	205
5,00	0,441	-0,37	203
5,70	0,427	-0,38	197
6,43	0,426	-0,39	197

VELOCITA' DI PROVA 0,005 mm/min

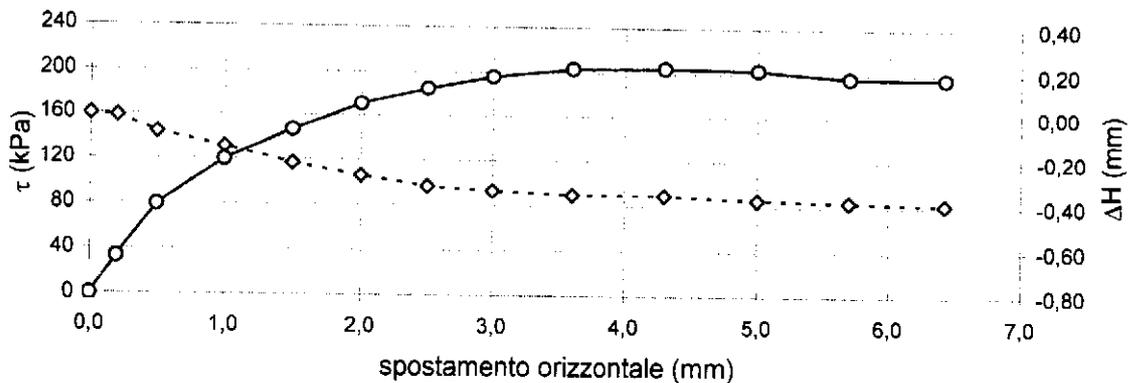
s = spostamento (mm)

Din = lettura dinamometro (mm)

ΔH = variazione di altezza del provino (mm)

τ = resistenza al taglio (kPa)

Diagramma delle tensioni tangenziali e della variazione di altezza in funzione delle deformazioni



COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0465-08** Data **10/04/2008** Pagina **7 / 7**
 Verbale di accettazione n° **08023** Codice del campione n° **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **2** Campione n° **3** Prof. (metri) **28,8 - 29,3**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO
(ASTM D 3080)

Dimensioni iniziali : altezza 2,18 cm sezione 36,00 cm²

PESO DI VOLUME

Provino numero		Prima della prova			Dopo la rottura		
		1	2	3	1	2	3
Massa del terreno	g	158,12	157,90	160,00	156,71	155,77	155,07
Volume del terreno	cm ³	78,30	78,30	78,30	74,93	73,36	69,33
Massa specifica	g/cm ³	2,02	2,02	2,04	2,09	2,12	2,24
Peso di volume	kN/m ³	19,80	19,78	20,04	20,51	20,82	21,94

CONTENUTO DI ACQUA

Provino numero		Prima della prova			Dopo la rottura		
		1	2	3	1	2	3
Massa terreno umido	g	158,12	157,90	160,00	156,71	155,77	155,07
Massa terreno secco	g	126,91	126,72	127,73	126,91	126,72	127,73
Contenuto di acqua	%	24,6	24,6	25,3	23,5	22,9	21,4

COPIA CONFORME

il Direttore
 Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
 Dr. *Nicola Campo*

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.6850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0466-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/4**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 02**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella PVC** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **44**
 Contrassegno Sond. **2** Camp. **3** Profondità (m) **28,8 - 29,3**

PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435)

Data di prova inizio **11/3/08** termine **1/4/08**

Dimensioni iniziali del provino

sezione	cm ²	20
altezza	cm	2,00
volume iniziale	cm ³	40,00

Parametri fisici iniziali e dopo la prova.

		iniziale	finale
umidità	%	23,89	19,01
peso di volume	kN/m ³	19,9	20,8
indice dei vuoti		0,665	0,528

Peso specifico dei grani $G_s = 2,73$

Certificato n° 0462-08

Cedimenti (ΔH) e indice dei vuoti (e) relativi alle pressioni indicate con permanenza del carico di 24 ore.

Press kPa	ΔH mm	e	mv kPa ⁻¹	E_{ed} kPa
0	0,000	0,665	*	*
12,3	0,192	0,649	7,83E-04	1277
25	0,290	0,641	4,02E-04	2486
49	0,395	0,632	2,18E-04	4588
98	0,545	0,620	1,56E-04	6409
196	0,770	0,601	1,18E-04	8479
392	1,099	0,574	8,72E-05	11464
785	1,507	0,540	5,50E-05	18172
1569	1,985	0,500	3,29E-05	30352
3138	2,577	0,451	2,09E-05	47748
785	2,444	0,462	*	*
196	2,200	0,482	*	*
49	1,918	0,506	*	*
12,3	1,652	0,528	*	*

Coefficiente di compressibilità volumetrica (mv) e modulo edometrico (E_{ed}) relativi al campo di pressione compreso tra il valore indicato in tabella e quello precedente.

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

COPIA CERTIFICATA



ELLE TI

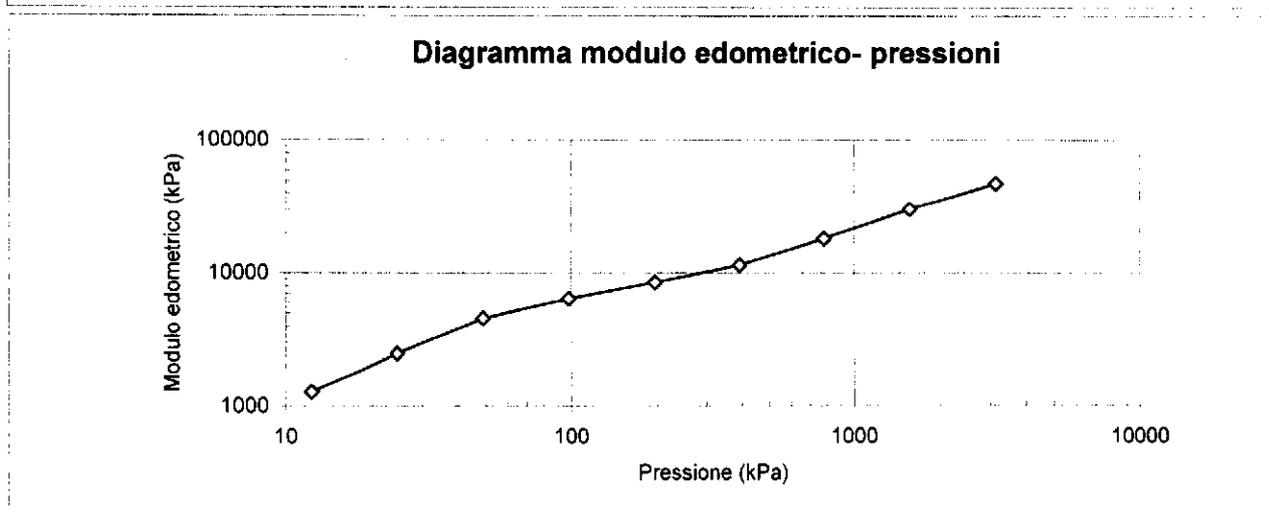
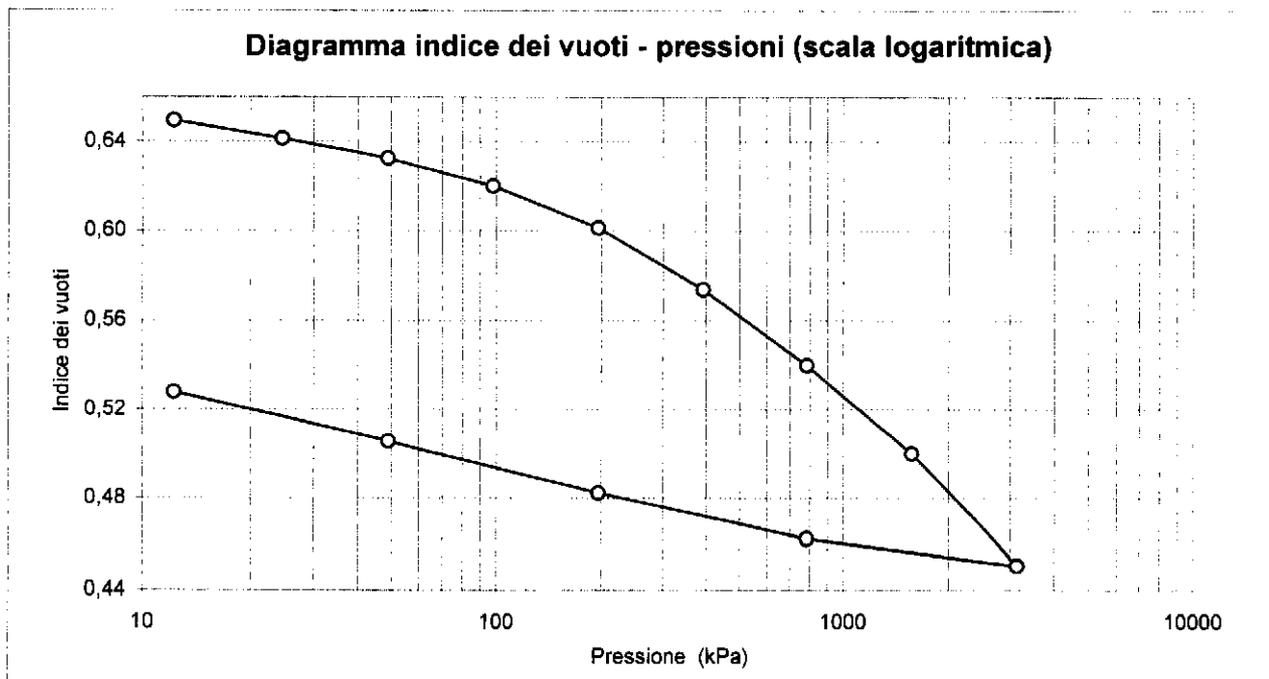
LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01. art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.ellesti@tiscali.it - www.laboratorioellesti.it - P.IVA-C.F.: 04390160461

Certificato n°	0466-08	Data	10/04/2008	Pagina	2 / 4
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione	08023 02		
Committente	Studio di Geologia Brescia	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	2	Campione n°	3	Prof. (metri)	28,8 - 29,3

PROVA EDOMETRICA



COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci**
 Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno **Sond. 3** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE E PROGRAMMA PROVE

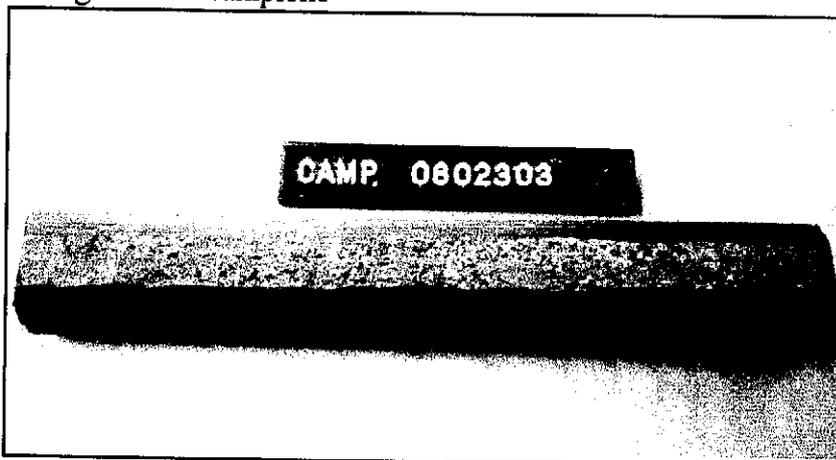
Data di apertura del campione **11/3/08**

Descrizione del campione:

limo argilloso debolmente sabbioso, bruno giallastro, molto compatto.

Classe di qualità Q 5

Fotografia del campione

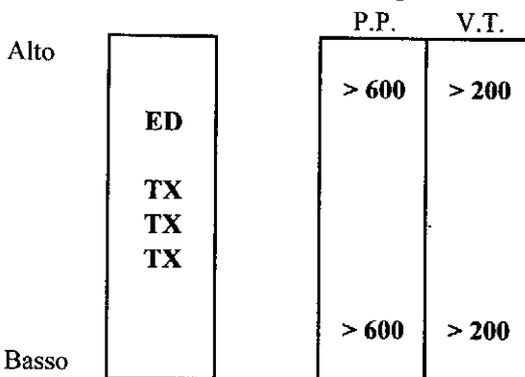


Prove eseguite: Cert. N°

Cont. acqua w	<input checked="" type="checkbox"/>	0467-08
Peso volume G	<input checked="" type="checkbox"/>	0468-07
Peso spec. Gs	<input checked="" type="checkbox"/>	0469-07
Limiti cons. LC	<input checked="" type="checkbox"/>	0471-08
Granulom. GR	<input checked="" type="checkbox"/>	0470-08
Compress. ELL	<input type="checkbox"/>	*
Edometrica ED	<input checked="" type="checkbox"/>	0472-08
Permeabilità k	<input type="checkbox"/>	*
Triassiale TX	<input checked="" type="checkbox"/>	0473-08
T. diretto TG	<input type="checkbox"/>	*
T. torsionale TT	<input type="checkbox"/>	*

COPIA CONFORME

Ubicazione dei provini sottoposti ad analisi (disegno non in scala)



P.P. = Pocket penetrometer (kPa)
 V.T. = Vane test (kPa)

OSSERVAZIONI:

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 dei 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0467-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
Contrassegno **Sond. 3 Camp. 1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

CONTENUTO NATURALE DI ACQUA

(ASTM D2216)

Data di prova: inizio **11/3/08** fine **12/3/08**

Tara	g	454,44
Massa terreno umido + tara	g	746,06
Massa terreno secco + tara	g	708,88
Contenuto di acqua	%	14,6

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. **Alessandro Lugo**

lo Sperimentatore
Dr. **Nicola Campo**

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelletit.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0468-07** Data **10/04/2008** Pagina **1/ 1**
Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
Contrassegno **Sond. 3 Camp. 1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

PESO DI VOLUME

(BS 1377 T15/e)

Data di prova: 11/03/2008

Peso del terreno	g	173,28
Volume del terreno	cm ³	86,83
Massa specifica	g/cm ³	2,00
Peso di volume	kN/m³	19,6

COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0469-07** Data **10/04/2008** Pagina **1/ 1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno **Sond. 3** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

PESO SPECIFICO DEI GRANI

(CNR-UNI 10013)

Data di prova inizio **18/3/08** termine **19/3/08**

Prova n°		1	2
Picnometro	g	33,89	39,50
Campione + picnometro	g	63,78	68,24
Camp.+ picnometro + acqua	g	152,40	157,46
Picnometro + acqua	g	133,44	139,26
Temperatura °C	°C	21,8	21,8
Fattore di correzione K		0,9996	0,9996
Peso specifico	g/cm ³	2,734	2,726
Peso specifico medio	g/cm³	2,73	

COPIA CONFORME

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletit@tiscali.it - www.laboratorioelietit.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0470-08** Data **10/4/08** Pagina **1/ 2**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/4/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 -Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno Sond. **3** Camp. **1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

ANALISI GRANULOMETRICA

Date di prova: inizio **12/3/08** termine **21/3/08**

Analisi granulometrica per setacciatura
 (via umida) (CNR-UNI A. V N.23)

Massa del materiale g = **254,44**

Set. ASTM	Diam. mm	Peso %	Tratt. %	Pass. %
4"	101,6	0,00	0,00	100,0
2"	50,8	0,00	0,00	100,0
1"	25,4	0,00	0,00	100,0
3/4"	19	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,5	0,00	0,00	100,0
4	4,75	0,00	0,00	100,0
10	2,00	0,21	0,21	99,8
40	0,425	0,82	1,03	99,0
100	0,150	1,60	2,63	97,4
200	0,075	7,69	10,32	89,7

COPIA CONFORME

Analisi granulometrica per sedimentazione
 (AASHTO T 88-72)

Agente disperdente: esametafosfato di sodio 45,70 g/l

Idrometro: tipo 151 H

Massa del materiale g = 50,00

Materiale passante al setaccio ASTM 40

Peso specifico dei grani: 2,73

Temp. °C	Tempo min	Letture densim.	Dimen. mm	Pass. %
18,8	0,5	1,0320	0,056	89,7
18,8	1	1,0296	0,040	83,0
18,8	2	1,0272	0,029	76,2
18,8	4	1,0246	0,022	68,9
18,8	8	1,0220	0,016	61,7
18,8	15	1,0200	0,012	56,0
18,8	30	1,0182	0,008	51,0
18,8	60	1,0162	0,006	45,4
18,8	100	1,0154	0,005	43,2
18,8	320	1,0130	0,003	36,4
18,8	469	1,0122	0,002	34,2
18,8	1459	1,0110	0,001	30,8

il Direttore
 Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola *Campo*



ELLE TI

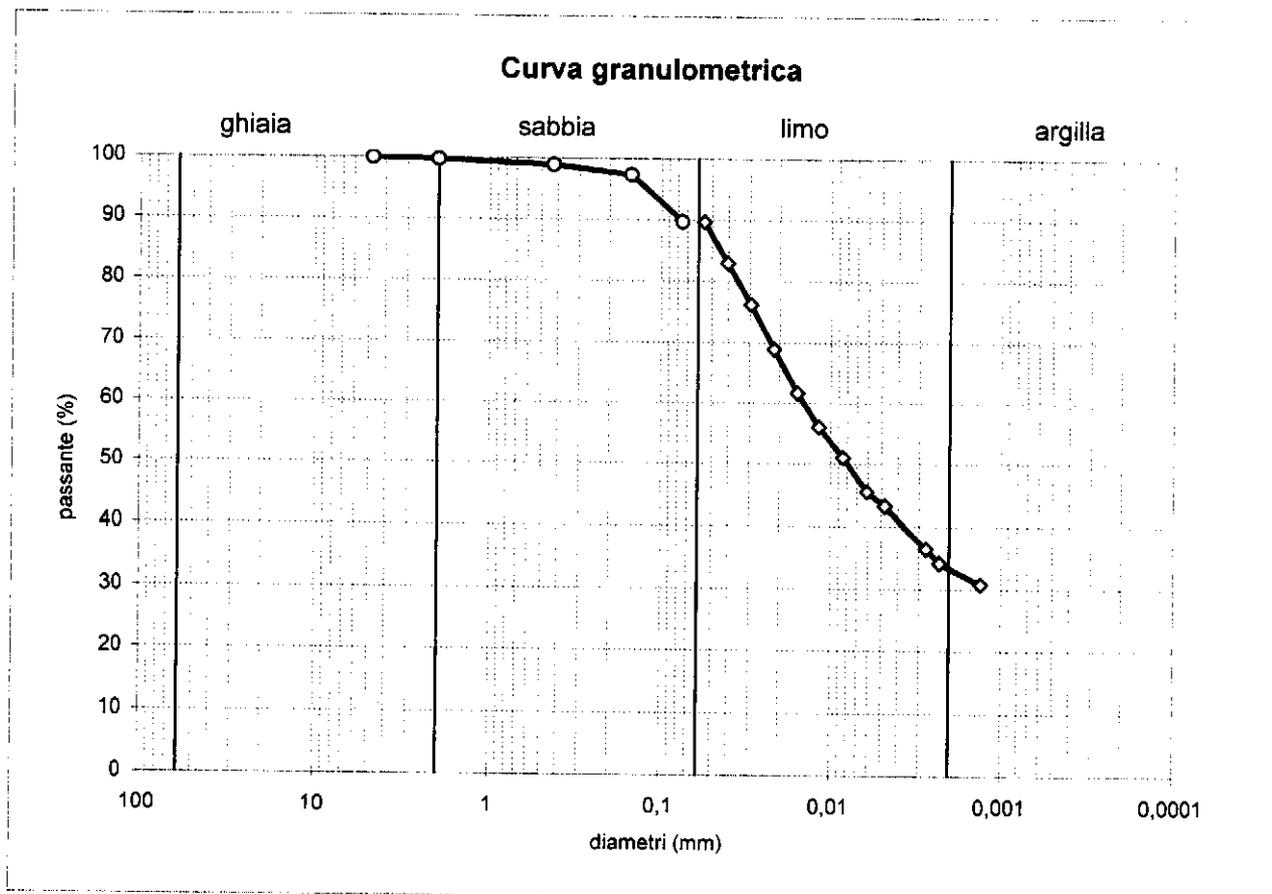
LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.elletti@tiscali.it - www.laboratorioelletti.it - P.IVA-C.F. 04390160481

Certificato n°	0470-08	Data	10/4/08	Pagina	2 / 2
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione n°	08023 03		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	3	Campione n°	1	Prof. (metri)	3,0 - 3,6

CURVA GRANULOMETRICA



COPIA COSTRUTTORE

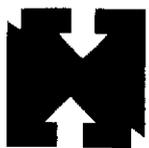
Riepilogo dei risultati

Ciottoli	(> 60mm)	%	0
Ghiaia	(60 - 2 mm)	%	0
Sabbia	(2 - 0,060 mm)	%	10
Limo	(0,060-0,002 mm)	%	57
Argilla	(< 0,002 mm)	%	33

Coefficiente di uniformità : $U (D_{60}/D_{10}) =$ non determinabile

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

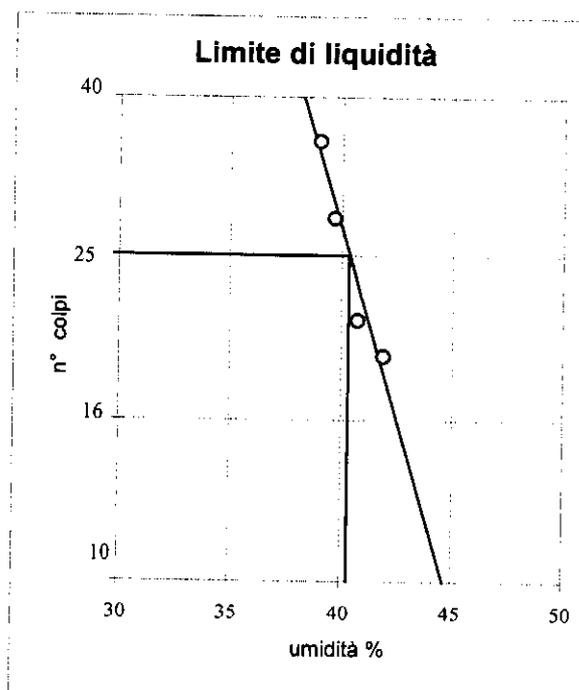
Certificato n° **0471-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 1**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno **Sond. 3 Camp. 1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

LIMITI DI CONSISTENZA (CNR-UNI 10014)

Data di prova: inizio **17/3/08** termine **18/3/08**

Determinazione del limite di liquidità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %	n° colpi
1	20,51	42,18	36,10	39,0	35
2	20,51	37,55	32,71	39,7	28
3	21,09	41,09	35,30	40,7	21
4	20,59	41,18	35,10	41,9	19
Limite di liquidità LL				40,3	



Determinazione del limite di plasticità

n° prova	Tara (g)	Tara + umido (g)	Tara + secco (g)	umidità %
1	9,32	21,05	18,89	22,6
2	8,30	20,53	18,29	22,4
Limite di plasticità LP				22,5

Limite di liquidità 40
Limite di plasticità 23
Indice di plasticità 17

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

COPIA CONFORME

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0472-08** Data **10/04/2008** Pagina **1 / 4**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno **Sond. 3 Camp. 1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435)

Data di prova inizio **11/3/08** termine **25/3/08**

Dimensioni iniziali del provino

sezione	cm ²	20
altezza	cm	2,00
volume iniziale	cm ³	40,00

Parametri fisici iniziali e dopo la prova.

	iniziale	finale
umidità %	12,42	16,20
peso di volume kN/m ³	20,8	21,4
indice dei vuoti	0,446	0,455

Peso specifico dei grani **G_s = 2,73**

Certificato n° **0469-07**

Cedimenti (DH) e indice dei vuoti (e) relativi alle pressioni indicate con permanenza del carico di 24 ore.

Press kPa	ΔH mm	e	mv kPa ⁻¹	E ed kPa
0	0,000	0,446	*	*
12,3	0,000	0,446	*	*
25	0,000	0,446	*	*
49	0,000	0,446	*	*
98	0,000	0,446	*	*
196	0,000	0,446	*	*
392	0,022	0,445	5,57E-06	179556
785	0,168	0,434	1,86E-05	53620
1569	0,415	0,416	1,59E-05	62991
3138	0,696	0,396	9,14E-06	109360
785	0,603	0,403	*	*
196	0,392	0,418	*	*
49	0,145	0,436	*	*
12,3	-0,117	0,455	*	*

Coefficiente di compressibilità volumetrica (mv) e modulo edometrico (Eed) relativi al campo di pressione compreso tra il valore indicato in tabella e quello precedente.

COLLA CONFORME

il Direttore
 Dr. Geol. *Alessandro Lugo*

lo Sperimentatore
 Dr. *Nicola Campo*



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505506 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletri@tiscali.it - www.laboratorioelletri.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0472-08	Data	10/04/2008	Pagina	2 / 4
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione	08023 03		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	3	Campione n°	1	Prof. (metri)	3,0 - 3,6

PROVA EDOMETRICA

Diagramma indice dei vuoti - pressioni (scala logaritmica)

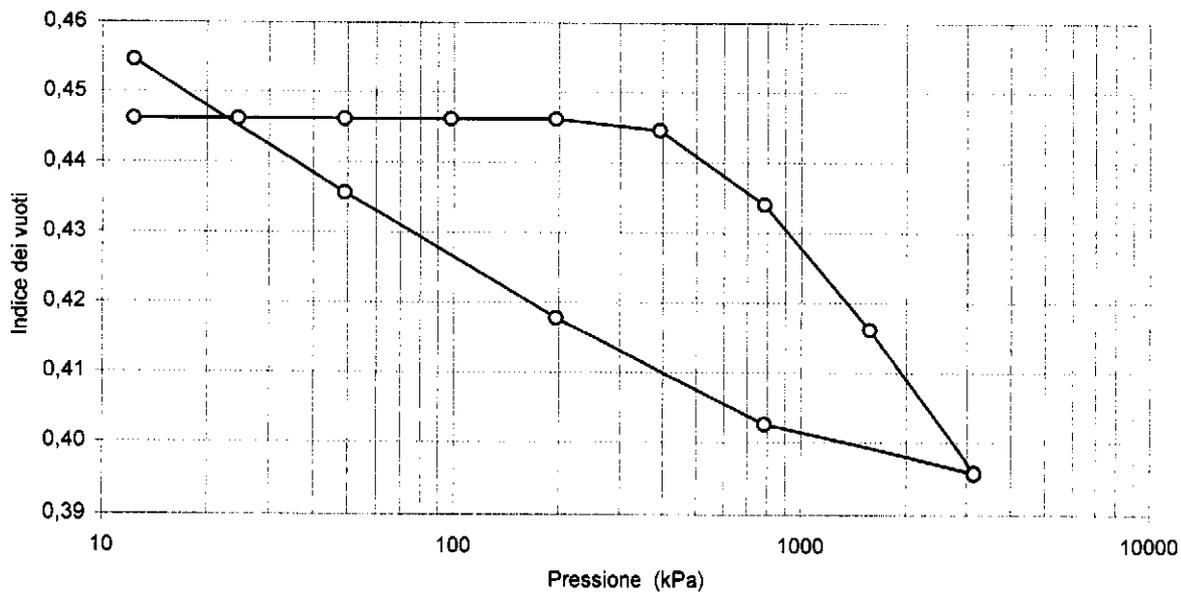
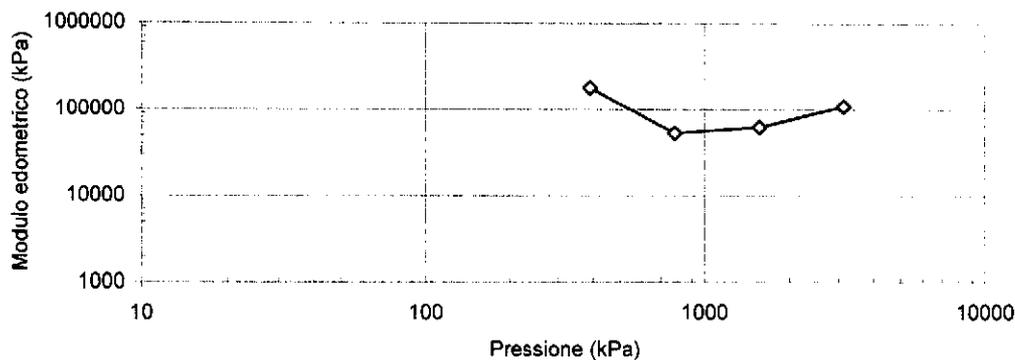


Diagramma modulo edometrico- pressioni



COPIA CONFORME

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055 6505508 - Cell. 348.8850949 - e-mail: laboratorio.elleti@tiscali.it - www.laboratorioelleti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n°	0472-08	Data	10/04/2008	Pagina	3 / 4
Verbale di accettazione n°	08023	Codice del campione	08023 03		
Committente	Studio di Geologia Bresci	Provenienza	Museo Pecci - Prato		
Sondaggio n°	3	Campione n°	1	Prof. (metri)	3,0 - 3,6

PROVA EDOMETRICA

DETERMINAZIONE DEI CEDIMENTI NEL TEMPO

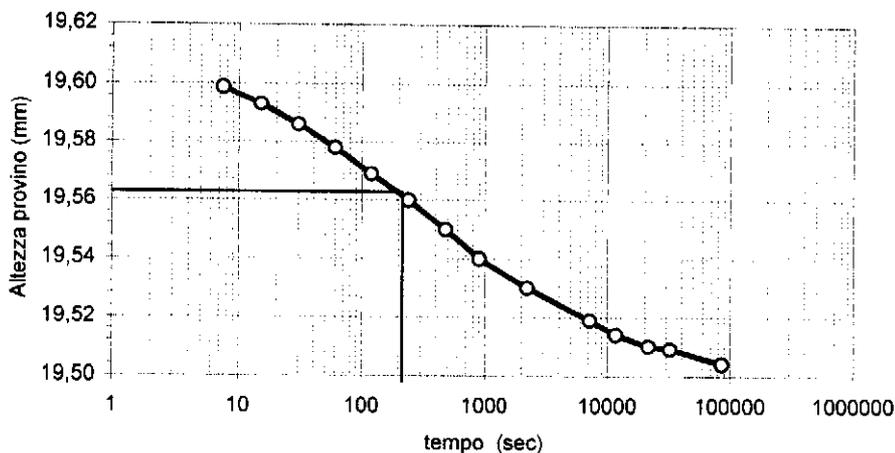
Pressione iniziale	392	kPa
Pressione durante la prova	785	kPa

Tempo di consolidazione	$t_{50} =$	215	sec
Altezza media del provino	$H_M =$	19,56	mm

Coefficiente di consolidazione	$c_v =$	0,00088	cm ² /sec
Coefficiente di permeabilità	$k =$	1,6E-09	cm/sec

tempo sec	Let. mm	H mm
0	7,283	19,78
7,5	7,099	19,60
15	7,093	19,59
30	7,086	19,59
60	7,078	19,58
120	7,069	19,57
240	7,060	19,56
480	7,050	19,55
900	7,040	19,54
2220	7,030	19,53
7200	7,019	19,52
11700	7,014	19,51
21480	7,010	19,51
32280	7,009	19,51
85560	7,004	19,50

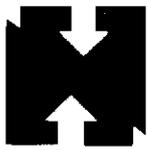
Diagramma cedimento - tempo



il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo

CORRISPONDENTE

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleli@tiscali.it - www.laboratorioelleli.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0473-08** Data **10/04/2008** Pagina **1/4**
 Verbale di accettazione n° **08023** del **10/3/08** Cod. campione **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci - Via di Montalbano, 197 - Casenuove di Masiano (PT)**
 Richiedente **Dr. Geol. Deborah Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Contenitore **Fustella acciaio** Diametro (mm) **85** Lunghezza (cm) **55**
 Contrassegno **Sond. 3 Camp. 1** Profondità (m) **3,0 - 3,6**

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
PROVA U.U. (NON CONSOLIDATA NON DRENATA)
(ASTM D 2850)

Data di prova: inizio **3/4/08** termine **4/4/08**

Velocità di prova: **0,500 mm/min**

DIMENSIONI E PROPRIETA' FISICHE DEI PROVINI

Provino numero		1	2	3
Altezza	cm	7,62	7,62	7,62
Diametro	cm	3,81	3,81	3,81
Volume	cm ³	86,83	86,83	86,83
Contenuto di acqua	%	18,06	13,20	15,38
Peso di volume	kN/m ³	19,2	19,8	18,7

COPIA AUTOGRAFICA
 04/04/2008
 10:00

il Direttore
Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
Dr. Nicola Campo



ELLE TI

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Celi. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elleiti@tiscali.it - www.laboratorioelleiti.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0473-08** Data **10/04/2008** Pagina **2/ 4**
 Verbale di accettazione **08023** Codice del campione n° **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **3** Campione n° **1** Prof. (metri) **3,0 - 3,6**

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE PROVA U.U. (NON CONSOLIDATA NON DRENATA)

PROVA DI COMPRESSIONE DEL PROVINO 1

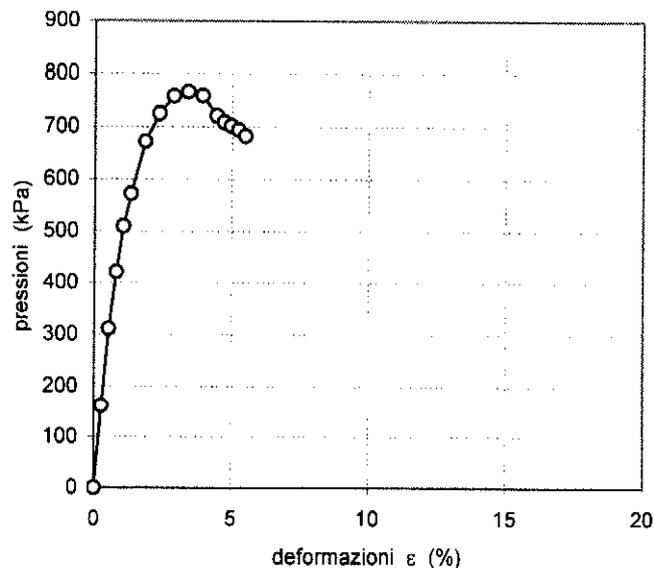
Dimensioni iniziali altezza cm 7,62
 sez. cm² 11,40

Pressione in cella 100 kPa
 Pressione interna applicata (back-pressure) 0 kPa

VELOCITA' DI PROVA 0,500 mm/min

Def. mm	Area cm ²	ϵ %	$\Delta\sigma_1$ kPa
0,00	11,40	0,0	0
0,20	11,43	0,3	161
0,40	11,46	0,5	312
0,60	11,49	0,8	421
0,80	11,52	1,0	510
1,00	11,55	1,3	572
1,40	11,61	1,8	672
1,80	11,67	2,4	725
2,20	11,73	2,9	758
2,60	11,80	3,4	766
3,00	11,86	3,9	759
3,40	11,93	4,5	721
3,60	11,96	4,7	709
3,80	11,99	5,0	701
4,00	12,03	5,2	694
4,20	12,06	5,5	682

Diagramma $\Delta\sigma_1 - \epsilon\%$



STATO TENSIONALE A ROTTURA

Tensione radiale σ_3 100 kPa
 Tensione deviatorica $\Delta\sigma_1$ 766 kPa
 Deformazione a rottura ϵ 3,4 %

il Direttore
 Dr. Geol. Alessandro Lugo

lo Sperimentatore
 Dr. Nicola Campo

COPIA CONFORME

**ELLE TI**

LABORATORIO TERRE S.R.L.

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti
 D.P.R. 380 / 01, art. 59 - Circolare n. 349 / 99
 Concessione per l'esecuzione e certificazione di prove geotecniche
 Decreto n. 53361 del 06.05.05 e n. 50451 del 13.06.05

Via Galeotti, 3 - 50136 Firenze - Tel./Fax 055.6505508 - Cell. 348.8850949 - e.mail: laboratorio.elletl@tiscali.it - www.laboratorioelletl.it - P.IVA-C.F.: 04390160481

Certificato n° **0473-08** Data **10/04/2008** Pagina **4/ 4**
 Verbale di accettazione **08023** Codice del campione n° **08023 03**
 Committente **Studio di Geologia Bresci** Provenienza **Museo Pecci - Prato**
 Sondaggio n° **3** Campione n° **1** Prof. (metri) **3,0 - 3,6**

PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE
PROVA U.U. (NON CONSOLIDATA NON DRENATA)

PROVA DI COMPRESSIONE DEL PROVINO **3**

Dimensioni iniziali altezza cm **7,62**
 sez. cm² **11,40**

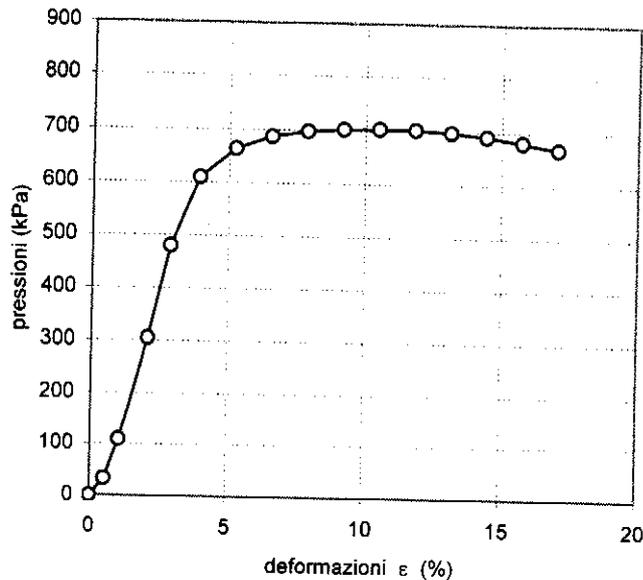
Pressione in cella **300 kPa**

Pressione interna applicata (back-pressure) **0 kPa**

VELOCITA' DI PROVA **0,500 mm/min**

Def. mm	Area cm ²	ε %	Δσ ₁ kPa
0,00	11,40	0,0	0
0,40	11,46	0,5	32
0,80	11,52	1,0	109
1,60	11,64	2,1	305
2,20	11,73	2,9	480
3,00	11,86	3,9	610
4,00	12,03	5,2	664
5,00	12,20	6,6	688
6,00	12,37	7,9	698
7,00	12,55	9,2	702
8,00	12,73	10,5	704
9,00	12,92	11,8	703
10,00	13,12	13,1	699
11,00	13,32	14,4	692
12,00	13,53	15,7	682
13,00	13,74	17,1	669

Diagramma Δσ₁-ε%



COPIA CONFORME

STATO TENSIONALE A ROTTURA

Tensione radiale σ₃ **300 kPa**
 Tensione deviatorica Δσ₁ **704 kPa**
 Deformazione a rottura ε **10,5 %**

il Direttore
 Dr. Geol. **Alessandro Lugo**

lo Sperimentatore
 Dr. **Nicola Campo**